

# CRIAÇÃO DE PRODUTOS DE ILUMINAÇÃO DE LUXO CONSIDERANDO PRINCÍPIOS DE ECODESIGN

Mariana Amado Cecilio

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Design Industrial e de Produto na Faculdade de Belas Artes e Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Orientador: Professor Jorge Lino

Coorientadora: Professora Bárbara Rangel Carvalho

Porto, setembro 2017



## **O JÚRI**

### **PRESIDENTE**

Doutor Rui Mendonça,

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

### **ORIENTADOR**

Doutor Jorge Lino

PROFESSOR ASSOCIADO DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

### **ARGUENTE**

Doutor Filipe Chaves

PROFESSOR ADJUNTO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO CÁVADO E DO AVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA

# 19

26.10.2017

**MESTRE Mariana Amado Cecílio**  
**MDIP/37**





## RESUMO

O mercado da iluminação de luxo baseia-se na utilização de materiais raros, reluzentes e que representem ostentação. São esses os motivos que levam os consumidores a adquirir tais produtos. Num outro plano, o Ecodesign foca-se em reduzir o impacto dos produtos no meio ambiente, considerando todo o seu ciclo de vida. Desta forma, os candeeiros de luxo revelam ter características aversas a muitos dos princípios que o Ecodesign defende.

Embora existam inúmeras informações acerca da sustentabilidade e de luxo e apesar destes dois termos já se interligarem, muitas empresas não consideram essa ligação relevante e produzem candeeiros sem dispor de ações sustentáveis ou reduzir desperdícios.

Assumindo que a relação das duas áreas: design de iluminação de luxo e Ecodesign, não é uma prática recorrente das empresas, considerou-se pertinente e relevante criar um projeto de investigação, onde essas áreas se relacionassem. Essa relação teve como intuito sensibilizar as empresas de forma a criarem produtos que considerassem a sustentabilidade. Essas ações acabarão por beneficiar as empresas e o ambiente.

Como suporte à criação da presente dissertação foram consultados inúmeros artigos relacionados com as seguintes áreas: luxo e mercados associados, princípios do ecodesign, projetos atuais que consideram as duas áreas, materiais e processos de fabrico, entre outros. Foi também realizado um caso de estudo na FÁBRICA CANDEEIROS M A F CASTRO, S. A. de forma a compreender a dimensão de desperdícios dessa empresa.

Através do caso de estudo e da pesquisa bibliográfica, realizou-se um candeeiro de teto de luxo, considerando a planificação do corte de materiais, de forma a gerar menos desperdício. Após alguns obstáculos, foi realizada uma segunda candeeiro de teto de luxo, com o intuito de melhorar o primeiro projeto. O terceiro projeto surgiu como consequência do primeiro candeeiro e trata-se de um aplique de parede. Como forma de validar os modelos criados com o respetivo mercado, todos os produtos foram apresentados em feiras de iluminação internacionais e encontram-se introduzidos no mercado.

De forma a criar esses três modelos, utilizaram-se recursos que poupam energia, máquinas que não utilizam produtos químicos ou óleos, quantidades reduzidas e planificadas de metais e processos de fabrico manuais. Todos esses aspetos são relevantes para que a mentalidade e os hábitos da sociedade onde vivemos possam ser alterados.

Cabe a cada ser humano ter uma consciência acerca daquilo que produz e como o produz, bem como aquilo que consome e compra.

Palavras-chave: Ecodesign; Iluminação de luxo; Design; Inovação; Desperdícios metálicos.



# ABSTRACT

The luxury lighting market is based on the use of rare, glistening and ostentatious materials. These are the main reasons that drive consumers to buy such products. Ecodesign focuses on reducing the impact of products on the environment considering their entire life cycle. In this way, the luxury lamps reveal to have averse characteristics to many of the principles that Ecodesign defends.

Although there is a wealth of information about sustainability and luxury, and although these two terms are already interconnected, many companies do not consider this connection relevant and produce lamps disregarding sustainable actions and waste reduction.

Assuming that the relation: luxury lighting design and Ecodesign, is not a recurring practice of the companies, the creation of a lighting project, where these areas are related, was considered relevant. This connection was made to sensitize companies so that they create products that take into account sustainable actions. These actions will ultimately benefit businesses and the environment.

In order to support the creation of this dissertation, numerous articles related to the following areas have been researched: luxury and associated markets, Ecodesign principles, current projects that consider these two areas, materials and manufacturing processes, among others. A case study was also carried out at FÁBRICA CANDEEIROS M A F CASTRO, S.A., in order to understand the size of waste that this company produced.

Through the case study and the bibliographical research, a luxury suspension was made, considering the planning of the materials cutting, in order to generate less waste. After some obstacles, a second luxury suspension was made, with the intention of improving the first one. The third project came as a result of the first lamp and it is a wall lamp. In order to validate the models created to their correspondent market, all the products were presented in two international lighting fairs.

In order to create these three models, were used: energy-saving features, machines that do not use chemicals or oils, reduced and planned quantities of metals and manual manufacturing processes. All these aspects are relevant so that the mentality and habits of the society, where we live, can be improved.

It is up to each human being to be aware of what he produces and how he produces it, as well as what he consumes and buys.

Keywords: Ecodesign; Luxury lighting; Design; Innovation; Metallic waste.



## AGRADECIMENTOS

Todas as fases da vida são relevantes e todas as nossas decisões têm vontades associadas e vários intervenientes. Neste caso em específico: desenvolvimento e conclusão da minha vida académica, várias pessoas se mantiveram comigo ao longo de toda esta etapa. Deste modo, gostaria de exprimir o meu agrado e agradecimento, tentando não excluir ninguém, a todas essas pessoas.

Em primeiro lugar, agradeço à minha calorosa e presente família, sempre tão dedicada, esforçada em entender os meus obstáculos e confiante na resolução dos mesmos.

Seguidamente, agradeço ao meu orientador de dissertação, professor Jorge Lino, que sempre se disponibilizou para me ajudar a resolver todos os impasses que foram surgindo. Demonstrou sempre total confiança nas minhas escolhas e opinou sempre que foi necessário realizar uma alteração de forma a melhorar o projeto. Disponibilizou meios de informação, sempre relevantes e precisos para o desenvolvimento da dissertação, contribuindo para que eu cumprisse todos os objetivos propostos inicialmente.

Agradeço também à professora Bárbara Rangel, minha coorientadora, por apresentar sempre propostas, que resolveram vários problemas e por estar presente durante toda esta etapa, tentando sempre melhorar o trabalho em questão.

Reconheço a confiança que foi depositada em mim, pela empresa FÁBRICA CANDEEIROS M A F CASTRO, S. A. e agradeço, em especial lugar, ao Sr. Modesto Castro e ao Sr. Ricardo, pelo conhecimento que me foi passado e pela paciência que tiveram na resolução de erros e concretização de ideias. Com especial carinho, agradeço também ao Designer Carlos, à Designer Mariana e ao Designer Rui pelo conhecimento que me passaram e pela excelente relação que mantiveram durante todo este ciclo. Agradeço também a todos os colegas de trabalho que sempre me trataram com especial carinho e me colocaram à vontade num meio que me era tão desconhecido: à Anabela, Cláudia Castro, Nuno Castro, Engenheiro André e todos os restantes trabalhadores da empresa.

Agradeço aos meus companheiros de mestrado, que se mostraram interessados em opinar e melhorar o projeto e, como não podia deixar de referir, agradeço também aos meus amigos de longa data, por me motivarem, acreditarem e elogiarem o meu trabalho.

Um enorme obrigada a todos vocês,  
Mariana Amado Cecilio

# ÍNDICE GERAL

RESUMO	I
ABSTRACT	III
AGRADECIMENTOS	V
ÍNDICE GERAL	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABELAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	XIII

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

1.1 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
1.2 - OBJETIVOS	5
1.3 – METODOLOGIA APLICADA	6
1.4 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	7

## **CAPÍTULO 2 - ESTADO DE ARTE**

2.1 – PRINCÍPIOS DO ECODESIGN	11
2.2 - CONCEITOS GERAIS SOBRE ILUMINAÇÃO DE LUXO	15
2.2.1 – Abordagem ao Luxo e Consumo	15
2.2.2 – Relação entre Luxo e Sustentabilidade	16
2.3 – ILUMINAÇÃO DE LUXO	18
2.3.1 – Materiais	20
2.3.2 - Acabamentos	23
2.4 - DESPERDÍCIOS NO SECTOR DA ILUMINAÇÃO DE LUXO	27
2.4.1 - Metais e processos de transformação	27
2.4.2 - Processos de fabrico e desperdícios gerados no fabrico de produtos	30
2.4.3 - Análise global dos desperdícios	32
2.5 – PROJETOS DE ILUMINAÇÃO DE LUXO QUE CONSIDERAM A SUSTENTABILIDADE	34

## **CAPÍTULO 3 - CASO DE ESTUDO**

3.1 – METODOLOGIA ADOTADA	39
3.2 - FÁBRICA CANDEEIROS M A F CASTRO, S. A.	39
3.2.1 - Materiais utilizados	40
3.2.2 - Processos de fabrico	42
3.2.3 – Acabamentos	43
3.2.4 - Análise de desperdícios	44
3.2.5 - Fim de vida dos materiais	47

## **CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DE PRODUÇÃO**

4.1 – ANÁLISE DOS MATERIAIS	51
4.2 – FORMAS DE CORTE	53

## **CAPÍTULO 5 – DESENVOLVIMENTO DE CANDEEIROS DE LUXO**

CONSTRANGIMENTOS DOS PRODUTOS	57
5.1 – PRODUTO 1 – Desenvolvimento de uma suspensão de luxo	58
5.1.1 – Materiais utilizados	59
5.1.2 - Processo de fabrico	60
5.2 – PRODUTO 2 – Melhoria do Produto 1	78
5.2.1 – Materiais utilizados	79
5.2.2 - Processo de fabrico	79
5.3 – PRODUTO 3 – Desenvolvimento de um aplique de parede de luxo	82
5.3.1 – Materiais utilizados	83
5.3.2 - Processo de fabrico	84
5.4 - PROCESSOS DA ACABAMENTO	86
5.5 - ANÁLISE DE CUSTOS	88

5.6 MONTAGEM DE COMPONENTES ELÉTRICOS	91
<b>CAPÍTULO 6 – PROTÓTIPOS E RENDERS</b>	
6.1 – PRODUTO 1 – Desenvolvimento de uma suspensão de luxo	97
6.2 – PRODUTO 2 – Melhoria do produto 1	99
6.3 – PRODUTO 3 – Desenvolvimento de um aplique de parede de luxo	101
6.4 - PUBLICAÇÃO DOS PRODUTOS 3 E 4 EM REVISTA	103
<b>CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	
7.1 – CONCLUSÃO	107
7.2 - PERSPETIVAS FUTURAS	109
BIBLIOGRAFIA	111





# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Pensamento do ciclo de vida, do berço ao túmulo	14
Figura 2 - Necessidade humanas, de Abraham Maslow	14
Figura 3 - Constituintes do carácter de um produto	19
Figura 4 - Requisitos de cada produto	20
Figura 5 - Tipos de metais utilizados na indústria da iluminação de luxo	22
Figura 6 - Outros materiais utilizados na indústria da iluminação de luxo	22
Figura 7 - As madeiras mais caras do mundo	23
Figura 8 - Tipos de acabamentos conseguidos em materiais metálicos	24
Figura 9 - Tipos de metais ferrosos	28
Figura 10 - Tipos de metais não ferrosos	29
Figura 11 - Ciclo de vida de um produto	30
Figura 12 - Diagrama do tipo de material desperdiçado em cada um dos processos	31
Figura 13 - Conjunto de imagens da coleção Connect 3	34
Figura 14 - Conjunto de imagens da coleção X-Chandelier de Michael Mchale Designs	35
Figura 15 - Conjunto de imagens da Iluminação MilkBottle	36
Figura 16 - Conjunto de materiais utilizados pela Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.	40
Figura 17 - Diagrama com descrição do processo de fabrico (geral)	42
Figura 18 - Acabamentos realizados na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.	43
Figura 19 - Texturas realizadas na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.	44
Figura 20 - Principais estágios de um processo de reciclagem de metal	47
Figura 21 - Estudo da divisão da chapa de 2000x1000mm	53
Figura 22 - Estudo da divisão da chapa de 2000x1000mm	54
Figura 23 - Modelação 3D relativa ao produto 1	58
Figura 24 - Modelação 3D relativa aos componentes do produto 1	59
Figura 25 - Modelação 3D relativa às chapas do produto 1	61
Figura 26 - Modelação 3D relativa à barras e cavilhas produto 1	61

Figura 27 - Modelação 3D relativa à caixa, tubos e cavilhas do produto 1	62
Figura 28 - Modelação 3D relativa às barras e cavilhas do produto 1	62
Figura 29 - Esquema de fabrico da parte 1, Produto 1	64
Figura 30 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 1, Produto 1	65
Figura 31 - Esquema de fabrico da parte 2, Produto 1	68
Figura 32 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 2, Produto 1	70
Figura 33 - Esquema de fabrico da parte 3, Produto 1	72
Figura 34 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 3, Produto 1	74
Figura 35 - Esquema de fabrico da parte 4, Produto 1	76
Figura 36 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 4, Produto 1	76
Figura 37 - Modelação 3D relativa aos componentes, Produto 2	78
Figura 38 - Modelação 3D relativa às chapas e tubos de latão, Produto 2	79
Figura 39 - Modelação 3D relativa às barras e cavilhas de latão, Produto 2	80
Figura 40 - Modelação 3D relativa à caixa de ferro, tubos e cavilhas de latão, Produto 2	80
Figura 41 - Modelação 3D relativa às barras e cavilhas de latão, Produto 2	80
Figura 42 - Modelação 3D relativa ao produto 3	81
Figura 43 - Modelação 3D relativa aos componentes do produto 3	83
Figura 44 - Enumeração dos componentes relativos ao produto 3	83
Figura 45 - Conjunto de imagens dos processos de acabamento de todos os produtos	85
Figura 46 - Conjunto de imagens da montagem dos componentes do produto2	91
Figura 47 - Conjunto de imagens da montagem dos componentes do produto2	92
Figura 48- Fotografia do produto 1 em feira Maison et Object	97
Figura 49 - Render do produto 1	98
Figura 50 - Fotografia do produto 2 em feira ISALONI	99
Figura 51 - Render do produto 2	100
Figura 52 - Fotografia do produto 3	101

Figura 53 - Render do produto 3	102
Figura 54 - Publicação dos produto 2 e 3 numa revista da Russia	103

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos que constituem a metodologia utilizada no design de um produto	12
Tabela 2 - Ciclo de vida de um produto e princípios do Ecodesign	13
Tabela 3 - Espicificação de autores que associam/desassociam o luxo ao Ecodesign	17
Tabela 4 - Descrição de cada família de materiais: madeira, metal, cerâmica e vidro	21
Tabela 5 - Caraterísticas das chapas de latão	41
Tabela 6 - Caraterísticas das cavilhas de latão	41
Tabela 7 - Caraterísticas das barras de latão	41
Tabela 8 - Caraterísticas dos tubos de latão	42
Tabela 9 - Quantificação de desperdícios do modelo Galilei	44
Tabela 10 - Quantificação de desperdícios do modelo Printemps	45
Tabela 11 - Quantificação de desperdícios do modelo Canyon	46
Tabela 12 - Dimensões dos materiais da Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.	52
Tabela 13 - Conjunto de informação relativa aos materiais utilizados no produto 1	60
Tabela 14 - Componentes e processo de fabrico da parte 1, Produto 1	63
Tabela 15 - Componentes e processo de fabrico da parte 2, Produto 1	68
Tabela 16 - Componentes e processo de fabrico da parte 3, Produto 1	73
Tabela 17 - Componentes e processo de fabrico da parte 4, Produto 1	75
Tabela 18 - Componentes e processo de fabrico da parte 2, Produto 3	85
Tabela 19 - Custos do produto 1	84
Tabela 20 - Custos do produto 2	88
Tabela 21 - Custos do produto 3	89
Tabela 22 - Custos do produto 3	90

# LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

∅ - Diâmetro

mm - Milímetros

m - Metros

a.C. - Antes de Cristo

% - Percentagem

S. A. - Sociedade Anónima

3D - Formato tridimensional

CNC - Comando numérico computadorizado

€ - Euro

p. - Página

°C - Graus Celsius

CAD - Computer-aided design

# INTRODUÇÃO

## 1 CAPÍTULO





## ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Os candeeiros de luxo são bens dispendiosos e raros, e inserem-se num mercado representado por tudo o que é fora do comum. Acabam assim por se evidenciar e ganhar um lugar de destaque no observador, através da utilização de materiais caros, raros, polidos e brilhantes. Também se utilizam “(...) as superfícies espelhadas e as pedras preciosas, que manifestam seu poder de atração pela intensidade de seu brilho e pela diversidade de suas cores” (Perassi, 2010).

Por se utilizarem materiais raros e caros, muitas vezes de forma despreocupada, geram-se desperdícios, realizados pela falta de planificação de uso da matéria-prima. Essa preocupação, referente ao desperdício implícito em alguns candeeiros, é um problema atual. A maior parte dos desperdícios metálicos são criados através dos processos de fabrico, que, quando não planeados, acabam por não utilizar grande parte da matéria-prima. Um exemplo disso são os processos de corte e maquinagem, por serem os processos que mais geram resíduos.

Atualmente, sabe-se que existem materiais que não se podem renovar, ou que se renovam em largas escalas de tempo, enquanto a velocidade a que são consumidos é cada vez maior (Santos, Marzall, & Godoy, 2015).

A inclusão do Ecodesign no mercado da iluminação de luxo, é uma relação fracamente explorada. No entanto, o Ecodesign é considerado parte de uma metodologia utilizada para realizar o processo de design de um produto. Essa abordagem pretende facilitar a resolução de problemas, utilizando a funcionalidade, a segurança, a estética, a sustentabilidade, a economia, a ergonomia, a produtividade e a operacionalidade (Souza, 2016, p. 71). Todos esses requisitos fazem parte dos princípios do Ecodesign e devem ser incluídos em todos os projetos, incluindo os de iluminação de luxo.

Apesar das duas áreas serem consideradas contrárias por muitos, outras entidades defendem a sua relação:

O mercado de luxo produz objetos duráveis, logo o seu consumismo é menor (Kapferer, 2010);

As novas gerações pretendem produtos eticamente corretos, sustentáveis e responsáveis



socialmente (Gardetti & Girón, 2016, p. 3);

Os consumidores interessam-se mais com questões sociais e ambientais e preferem produtos verdes (Hennigs et al., 2013).

Após consciencialização da controvérsia que existe entre o luxo e a sustentabilidade e da observação de que as empresas de iluminação não se associam, normalmente, a atitudes sustentáveis - com receio da exclusão por parte dos clientes, surgiu o desejo de criar candeeiros de luxo que não gerassem grandes quantidades de desperdício.

Foi realizado um caso de estudo numa empresa portuguesa de candeeiros de luxo: FÁBRICA CANDEEIROS M A F CASTRO, S. A., de forma a cumprir o objetivo inicial: encontrar uma solução construtiva de um novo modelo de suspensão de luxo, que gerasse menor quantidades de desperdício. Considerando a matéria prima existente na empresa, os métodos de produção possíveis e o tempo disponível para produzir os produtos, foram realizados três candeeiros. O primeiro candeeiro, adotou as medidas convencionais praticadas pela empresa e utilizou o latão como matéria prima principal. Surgiu a necessidade de criar um segundo candeeiro, com base no primeiro modelo, de forma a simplificar processos de fabrico, reduzir custos, melhorar a forma e reduzir tempos de produção. Como complemento de coleção do segundo modelo, foi criado um applique de parede.

Considera-se relevante referir que todos os modelos criados foram apresentados em diversas feiras. O primeiro modelo foi levado à feira Maison et Object em Paris, França. Devido ao forte interesse demonstrado pelos clientes, o segundo modelo, em conjunto com o applique de parede, foram apresentados na feira Euroluce, em Milão, Itália. Esses produtos vão participar, ainda, nas seguintes feiras: DECOREX INTERNATIONAL 2017 (17-20 Setembro) em Londres, Inglaterra e HABITAT (19-22 Setembro) em Valência, Espanha.

## OBJETIVOS

O objetivo principal, em realizar a presente dissertação, foi reduzir os desperdícios metálicos adjacentes à criação de uma iluminação de luxo em forma de suspensão, através da planificação cuidada dos processos de produção e da seleção de materiais e formas associadas.

Ao realizar o projeto em colaboração com a Fábrica Candeeiros M A F Castro, S. A., foi possível aceder a variadíssimos processos de fabrico de cariz manual e industrial e entender quais as opções que melhor se inseriam no conceito principal da dissertação – a redução de desperdícios metálicos.

Embora o objetivo anteriormente referido defina grande parte do projeto, outros foram delineados de forma a validar todo o processo de trabalho:

- Entender o mercado onde a iluminação de luxo se insere;
- Identificar os materiais utilizados na indústria da iluminação de luxo;
- Reconhecer alguns dos princípios do Ecodesign;
- Encontrar exemplos de iluminação de luxo que considerem os princípios do Ecodesign;
- Analisar os processos de transformação da indústria dos metais;
- Explorar as formas inerentes aos materiais, fornecidos em diversos tamanhos;
- Estudar os resultados obtidos através da metodologia experimental.

## METODOLOGIA APLICADA

Na presente dissertação, optou-se por seguir a seguinte metodologia:

- Investigação e seleção bibliográfica relacionada com as áreas em estudo;
- Elaboração do estado de arte;
- Enumeração de desperdícios realizados na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S. A.;
- Identificação de materiais apropriados e soluções construtivas;
- Elaboração de produtos.

De forma a seguir uma ordem e facilitar o projeto de investigação, foi criado um plano de pesquisa, sendo definidos os temas principais, assim como os objetivos e a metodologia de trabalho.

A pesquisa bibliográfica considerou duas áreas de estudo distintas: o Ecodesign e a Indústria das Luminárias de Luxo, possibilitando a investigação de duas áreas antagónicas.

O caso de estudo realizado na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S. A., permitiu a recolha de dados relativamente aos desperdícios metálicos realizados. Selecionaram-se três suspensões: Galilei, Printemps e Canyon, e a investigação dos materiais utilizados e dos processos de fabrico selecionados, possibilitaram a perceção de como os desperdícios são gerados.

Na metodologia de produção identificaram-se formas possíveis de reduzir desperdícios metálicos. Desse modo, estudou-se as formas geométricas que menos desperdício realizavam, tendo em conta os processos de fabrico implementados na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S. A.

Considerando a forma da matéria prima, a seleção dos processos de fabrico, e a melhoria dos produtos criados, realizaram-se protótipos para validar as soluções delineadas.

# ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação divide-se em sete capítulos.

O **primeiro capítulo** é composto pela introdução, onde o tema da dissertação é apresentado, assim como os objetivos, a metodologia aplicada e a estrutura utilizada.

O **segundo capítulo** integra o estado de arte. Primeiramente são abordados os princípios do Ecodesign, que contrastam com a abordagem ao luxo e consumo, apresentados num segundo plano. São apresentados os materiais e acabamentos que, usualmente, são aplicados na maioria das iluminações de luxo, juntamente com os processos de transformação dos mesmos, permitindo analisar os desperdícios provenientes desses processos. Por fim, são apresentados alguns exemplos de iluminação que consideram os princípios da sustentabilidade, exemplos estes relevantes por serem considerados peças de valor acrescentado, mas com uma relação direta ao Ecodesign.

No **terceiro capítulo** é apresentado um caso de estudo realizado na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S. A. Numa fase inicial é descrita a empresa e são referidos os materiais utilizados pela mesma, os processos de fabrico e os processos de acabamento. Posteriormente, existe o cálculo do número de desperdícios referentes a três candeeiros comercializados e, revela-se o local para onde se encaminham esses desperdícios.

O **capítulo quatro** engloba um estudo acerca das formas geométricas que causam menor desperdício. Aqui já foram considerados alguns processos de fabrico que iriam ser incutidos nos projetos, de forma a tornar possível a metodologia previamente selecionada.

No **capítulo cinco** são apresentados três produtos. Em cada produto são referidos os materiais e os processos de fabrico. Os processos de acabamento, os componentes elétricos e a análise de custos são descritos mais sucintamente. Os dois primeiros produtos são semelhantes, isto porque o segundo corresponde a uma melhoria do primeiro. O terceiro produto trata-se de uma iluminação de parede, que confere continuidade à coleção iniciada pelo primeiro.

O **capítulo seis** apresenta os protótipos de cada produto.

Por último, o **sétimo capítulo** revela as considerações finais sobre os resultados alcan-

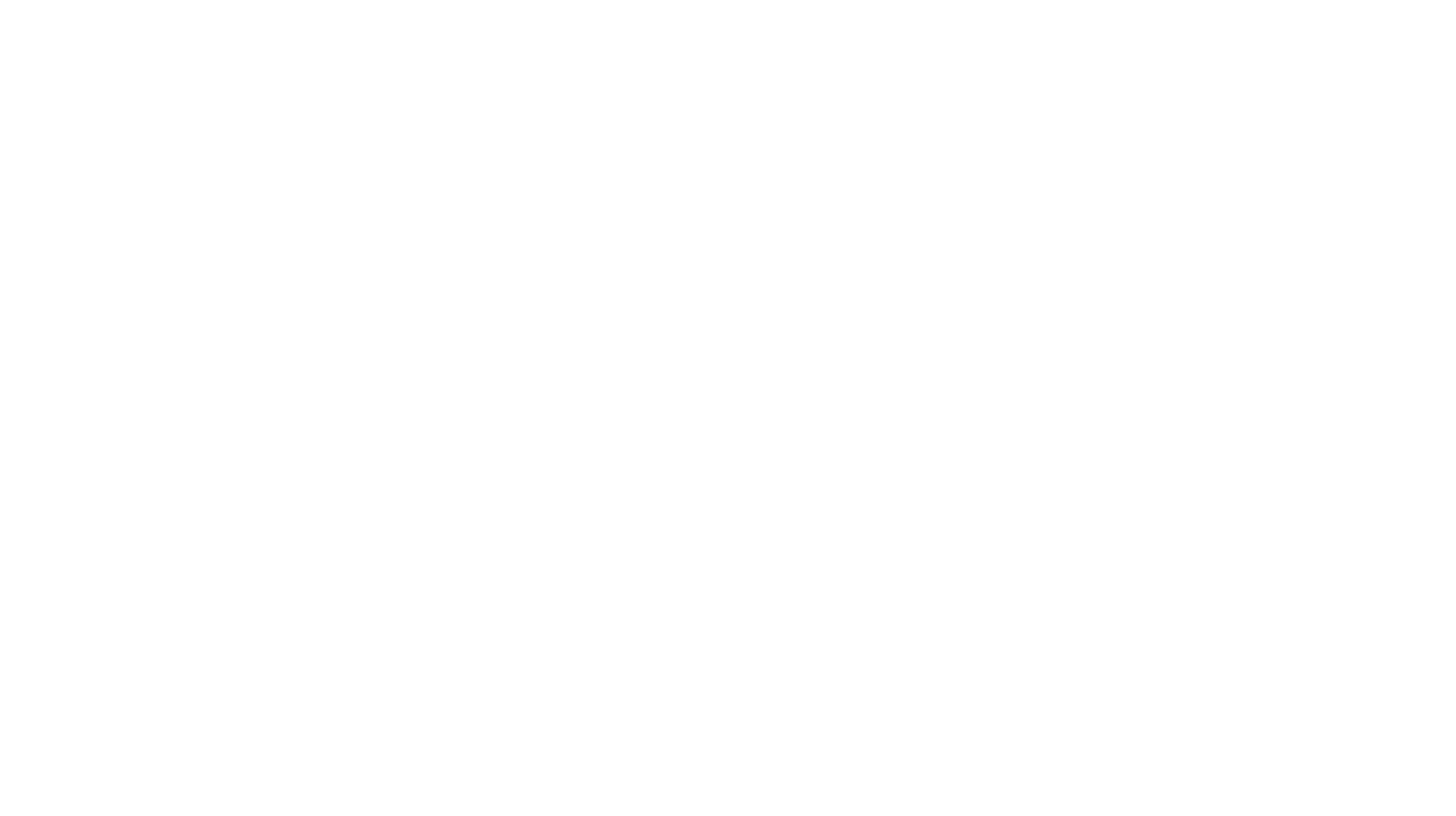
çados e refere as perspectivas futuras para o presente projeto.

# 2

CAPÍTULO

## ESTADO DE ARTE





O segundo capítulo caracteriza-se pela demonstração da problemática e pertinência do tema. Apresenta também informações adicionais que auxiliam a compreender o mercado em questão e as características mais relevantes do mesmo. Deste modo, o Estado de Arte é dividido em cinco subcapítulos. O primeiro subcapítulo introduz o tema Ecodesign e os princípios pelos quais ele se rege. O segundo diz respeito ao meio onde os objetos de luxo se inserem e às relações desses objetos com outras áreas de interesse – luxo, mercado associado e sustentabilidade. No terceiro subcapítulo são apresentados os aspetos mais relevantes da indústria das luminárias de luxo: os materiais, os acabamentos e as técnicas de produção. O quarto subcapítulo diz respeito aos desperdícios existentes nesse tipo de indústria e quais as técnicas de produção associadas a esses mesmos desperdícios. Por fim, o quinto subcapítulo pretende exaltar exemplos de luminárias de luxo que utilizam a sustentabilidade como forma de produção e venda desses produtos.

## 2.1 PRINCÍPIOS DO ECODESIGN

A definição de sustentabilidade varia, dependendo de quem a está a usar ou do próprio contexto de uso (Bell and Morse, 2008, 5). Como tal, o Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento é um ponto de partida para a compreensão desse tema. Ele refere que o desenvolvimento sustentável por parte da humanidade só é possível se a geração do presente viver de forma a não comprometer a vivência das gerações futuras (Meadows et al., 1972). De forma a cumprir esse desenvolvimento sustentável, são criadas várias estratégias para que exista uma sensibilização durante a criação de produtos; uma delas é o ecodesign. Este conceito tem sofrido desenvolvimentos contínuos e, embora existam várias caracterizações por inúmeros investigadores, as conclusões são idênticas:

- O Ecodesign considera todo o ciclo de vida de um produto e a estratégia utilizada no processo de design, focada na redução de impactos ambientais em produtos ou serviços (Simon et al., 2000);
- O Ecodesign passa pelo fabrico, distribuição, utilização, reciclagem e eliminação, e reduz o impacto de um produto manufaturado no meio ambiente (Bhamra 2004);
- O Ecodesign centra-se em acções de melhoria ambiental dos produtos, melhorando características funcionais, selecção de materiais com menor impacto, aplicação de processos



alternativos, melhoria do transporte e minimização do impacto (Zbiciński et al. 2006, 29).

Através das três definições apresentadas anteriormente, conclui-se que o ecodesign depende da integração e desenvolvimento de algumas características - que relacionem o produto com o seu design, com a manufatura, com a utilização e com o fim de vida (Knight and Jenkins 2009). Os requisitos que cada produto deve considerar durante a sua fase de produção são: a funcionalidade, que está aliada à forma como o produto é executado; a segurança, que considera os riscos e os perigos do uso do objeto; a estética, que se relaciona com o aspeto de um produto; a sustentabilidade, que considera os impactos ambientais e o fim de vida de um produto; a economia, que considera todos os custos aliados a um produto; a ergonomia, que considera a relação utilizador-objeto; a produtividade, que considera a fase da produção; e a operacionalidade, que considera o transporte, armazenamento e distribuição (Tabela 2).

TABELA 1 - Requisitos que consituem a metodologia utilizada no design de um produto (Souza, 2016).

FASE DE PRODUÇÃO	REQUISITOS
FUNCIONALIDADE	PRODUTO EXECUTA CORRETAMENTE
SEGURANÇA	RISCOS E PERIGOS
ESTÉTICA	ATRAÇÃO   BELEZA   HARMONIA
SUSTENTABILIDADE	IMPACTOS AMBIENTAIS   FIM DE VIDA
ECONOMIA	PREÇO DE PRODUÇÃO   AQUISIÇÃO
ERGONOMIA	INFLUENCIA O BEM ESTAR
PRODUTIVIDADE	FABRICAÇÃO
OPERACIONALIDADE	ARMAZENAMENTO   TRANSPORTE   DISTRIBUIÇÃO

Dessa forma, o produto deverá ter: uma forma simplificada aliada à redução de recursos (materiais, processos, acabamentos, entre outros); manufatura simplificada que minimize a utilização de energia, poluição e desperdícios; e alternativas para o fim de vida, através da recuperação do material, dos componentes e da sua utilização (Tabela 2).

TABELA 2 - Ciclo de vida de um produto e princípios do Ecodesign (Knight & Jenkins, 2009).

CICLO DE VIDA DO PRODUTO	REQUISITOS
DESENHO DO PRODUTO	SIMPLICIDADE REDUÇÃO DE RECURSOS
MANUFATURA	DESIGN PARA O FABRICO MÍNIMO USO DE ENERGIA MINIMIZAÇÃO DA POLUIÇÃO
UTILIZAÇÃO	REDUÇÃO DE ENERGIA REDUÇÃO DA POLUIÇÃO REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS
FIM DE VIDA	RECUPERAÇÃO DE MATERIAL   COMPONENTES DESIGN PARA O DESMANTELAMENTO RECUPERAÇÃO E REUTILIZAÇÃO

Para concluir, de forma a enfatizar a ideia de que o Ecodesign deverá estar presente na maioria dos produtos, realizou-se uma comparação entre a pirâmide de Maslow (Figura 2) e a pirâmide de Finkbeiner et al. (2010b) (Figura 1). Constataram que “Life Cycle Thinking”, que em português significa: pensamento sobre o ciclo de vida, é um dos conceitos mais relevantes nos dias de hoje, porque ele implica a consideração de ciclo de vida completo dos produtos, desde o “berço ao túmulo” (cradle to the grave).

Comparando a pirâmide da figura 1 com a pirâmide da figura 2, que representa as necessidades indicadas por Abraham Maslow, pode-se constatar que o ciclo de vida de um produto está no mesmo patamar que as necessidades básicas de cada ser humano. Encontram-se, portanto, no patamar de mais relevância.



FIGURA 1 - Pensamento do ciclo de vida, do berço ao túmulo (Finkbeiner, Schau, Lehmann, & Traverso, 2010b).



FIGURA 2 - Necessidades humanas, de Abraham Maslow (Barry, 2010).

A relação criada anteriormente é relevante, visto que o Ecodesign colabora na preservação do ambiente e da vida humana. Caso não sejam consideradas ações sustentáveis, as necessidades básicas são comprometidas. Nesse âmbito, a indústria tem, atualmente, mais pressão para adotar uma abordagem mais sustentável, ligada aos produtos e à manufatura dos mesmos (Maxwell & Vorst, 2003). Essa abordagem pode passar pelas seguintes ações: utilizar menos matéria prima na concepção dos produtos, reduzir as perdas ou desperdícios provenientes de processos que retirem material, reutilizar componentes antigos antes de os reciclar, ou estender a vida útil de cada produto (Allwood, 2012).

A chave para a criação de um futuro mais sustentável passa por satisfazer a sociedade onde nos integramos atualmente, considerando o Eco-design. Esta prática considera os valores económicos, sociais, ambientais, do ciclo de vida, da produção e da escolha de materiais (Brower, Mallory, & Ohlman, 2009). Desse modo, as empresas poderão marcar a diferença, ponderando e assegurando a sustentabilidade do planeta.

## 2.2 CONCEITOS GERAIS SOBRE A ILUMINAÇÃO DE LUXO

Os vários conceitos de luxo, consumo e sustentabilidade foram estudados, no âmbito desta dissertação, com o intuito de compreender o público-alvo onde eles se inserem. A pertinência deste estudo revelou-se, porque as luminárias de luxo estão inseridas num nicho de mercado que, usualmente, não é relacionado com a sustentabilidade.

### 2.2.1 ABORDAGEM AO LUXO E CONSUMO

De forma a compreender e a contextualizar a área das luminárias de luxo, a noção do que é o luxo e o consumo associado torna-se fundamental. No entanto, as definições adjacentes a esses conceitos são muitas, tornando difícil a existência de uma só definição.

No dicionário Priberam da Língua Portuguesa, luxo é um substantivo masculino e o seu significado divide-se pela seguinte ordem:

- “- Modo de vida que inclui um conjunto de coisas ou actividades supérfluas e aparatosas;*
- Grande quantidade;*
- Bem ou actividade que não é considerado necessário, mas gera conforto ou prazer”* (Portuguesa, 2008-2013).

Posto isto, o luxo é representado por tudo o que é fora do comum e ultrapassa o banal, acabando por se evidenciar e ganhar um lugar de destaque no observador:

*“Assim é o ouro, metal brilhante de boa resistência e alta plasticidade, que pode ser laminado, moldado e polido. Do mesmo modo, é o diamante lapidado, que captura, amplia e difunde a luz de maneira muito intensa. São assim, também, as superfícies espelhadas e as pedras preciosas, que manifestam seu poder de atração pela intensidade de seu brilho e pela diversidade de suas cores”* (Perassi, 2010).

Dessa forma, os materiais acabam por desempenhar um enorme papel nesse ato - materiais brilhantes, metais, ouro, diamante, coisas reluzentes, enfim, tudo aquilo que atrai, seduz e brilha. Ademais, os objetos de luxo são associados a bens muito dispendiosos e raros, provocando nos seus utilizadores atitudes consumistas. No entanto, não podem ser adquiridos por qualquer indivíduo.

O consumo dos candeeiros de luxo diferencia-se de todos os outros, não só pelas classes sociais que os obtêm, mas também pelos valores simbólicos que se interligam à própria obtenção desses objetos. Os preços altos atribuídos a esses produtos são outra característica que influencia a compra desses produtos.

*“Há muito a lógica do consumo não é mais a da necessidade, e sim o ter para ser (...)”* (M. C. Maldonado, Sales, & Albuquerque, 2010, p. 3). Até os comportamentos que definem a compra de um objeto de luxo estão relacionados ao status e à percepção criada pelos outros indivíduos (Gong, D’Alessandro, & Johnson, 2016).

A afirmação anterior pode ser confirmada pelas classes sociais com menos possibilidades monetárias, que comprem objetos de luxo para evidenciar riqueza e poder, algo que elas não possuem. Dessa forma, Peter Dormer (Dormer, 1991, p. 117) distingue os objetos “heavenly goods” criados para os ricos comprarem e os “Tokens”, que correspondem aos objetos comprados pelas pessoas que desejam a riqueza.

De forma a entender os motivos do consumismo de objetos de luxo, Ahuvia e Wong (1998) defendem que é necessário um enquadramento cultural e que a atitude materialista dos consumidores pode ou não estar relacionada com gostos próprios ou objetivos. Posto isto, o conhecimento do público-alvo que vai adquirir os candeeiros de luxo é relevante e necessário. Devem-se conhecer os gostos, tendências, desejos, ambições, poder de compra, e outras razões que podem levar o cliente a adquirir um candeeiro de luxo.

## 2.2.2 RELAÇÃO ENTRE LUXO E ECODESIGN

Através do estudo realizado acerca dos temas; ecodesign e luxo, conclui-se que estes dois mercados distintos têm uma relação instável. Por um lado, há quem defenda que deverá existir uma relação próxima entre eles, por outro, há quem negue e se oponha fortemente a essa relação. Dessa forma, foi criada a tabela 3 para identificar os motivos que defendem a união ou afastamento entre esses temas. São apresentados três autores que defendem a junção dos temas luxo e ecodesign e três autores que preferem não interligar esses dois temas, assim como os motivos que sustentam as afirmações de cada autor.

De forma a compreender essas afirmações, detalhou-se cada uma (Tabela 3):

- Kapferer (2010) defende a inserção do mercado de luxo no campo da sustentabi-

lidade, porque este produz objetos duráveis e de extrema qualidade - duram mais tempo, logo o consumismo relativo ao objeto é menor;

- As indústrias premium e luxo estão a relacionar-se com novas aspirações e novas gerações, que pretendem produtos eticamente corretos, sustentáveis e responsáveis socialmente. É aconselhável que as empresas se informem e adotem estas pequenas mudanças, pois essas escolhas irão trazer-lhes benefícios de marketing (Gardetti & Girón, 2016, p. 3);

- Hennigs et al. (2013) referem que os consumidores se interessam mais com questões sociais e ambientais e que preferem produtos verdes, pois estes refletem os seus valores. Desse modo, o conceito de sustentabilidade deverá tornar-se uma prioridade absoluta para as marcas de luxo;

- Kapferer e Michaut-Denizeau (2013) defendem que esta área tem significados associados: um conceito absoluto amarrado a uma vida idealizada, extras além das necessidades e objetos desnecessariamente caros, e que esses significados são o oposto da sustentabilidade;

- Voyer e Beckham (2014) interpretam o luxo e o consumo sustentável como sendo dois temas opostos, visto que a relação dos dois pode ser mal recebida pelos consumidores;

- O luxo interliga-se com materiais raros, exclusividade, criação de status, coisas supérfluas e ostentação, tornando-se o oposto da sustentabilidade (Cassaniti, 2015/ 2016).

TABELA 3 - Especificação de autores que associam/ desassociam o luxo ao Ecodesign.

AUTOR	LUXO E CONSUMO   ECODESIGN
KAPFERER (2010)	Mercado de luxo produz objetos duráveis
GARDETTI AND GIRÓN (2016)	Novas gerações querem produtos responsáveis
HENNINGS ET AL. (2013)	Consumidores preferem produtos verdes
KAPFERER AND MICHAUT-DENIZEAU (2013)	Extras além das necessidades
VOYER AND BECKHAM (2014)	Relação mal recebida por consumidores
CASSANITI (2015/2016)	Criação de status   coisas supérfluas

Apesar das diferenças de opinião, sabe-se que o cliente é quem compra, por isso, as empresas devem dar razões positivas para que se construa, à sua volta, uma boa e sólida imagem. Dessa forma, as empresas devem desenvolver ideias sustentáveis, até porque elas já chegaram ao mercado de luxo: não por ser um mercado de grandes dimensões, mas porque o luxo está ligado a várias características que não, somente, a funcionalidade (Jean-Noël Kapferer & Michaut, 2015).

O risco ligado à reputação, que cada empresa de luxo enfrenta, é muito alto. Isto significa que todas as ações que a coloquem num patamar de “exemplo a seguir” são bem vindas e, mais que isso, necessárias.

## 2.3 ILUMINAÇÃO DE LUXO

As luminárias de luxo fazem parte de um meio social onde o poder de compra é muito elevado. Existe, portanto, liberdade de escolha relativamente aos materiais que se podem utilizar, aos diferentes acabamentos e personalizações, enfim, todos os fatores que embelezam a peça. Em contrapartida, os métodos de produção, de construção e montagem das luminárias de luxo relacionam-se com o setor industrial e seguem um caminho paradoxal relativamente à individualização presente em cada uma.

Este subcapítulo tem como objetivo clarificar todas estas características, que acabam por definir o mercado dos candeeiros de luxo.

Existem várias fases que conferem carácter aos produtos, neste caso em particular, aos candeeiros de luxo. Tendo como base a interpretação de Ashby e Johnson (2003), o separador central (Figura 3), relaciona-se com toda a informação do produto, que é condicionada pelo contexto de uso (caraterísticas culturais, físicas, entre outras).

No separador esquerdo (Figura 3), encontram-se os materiais e os processos, que devem satisfazer os requisitos impostos inicialmente. Eles conferem ao produto a sua forma tangível (física), fisiológica.

No separador direito (Figura 3) pode-se observar a usabilidade, que caracteriza a forma como o produto e utilizador interagem, e a personalidade, que se relaciona com a estética e cria a psicologia do produto.

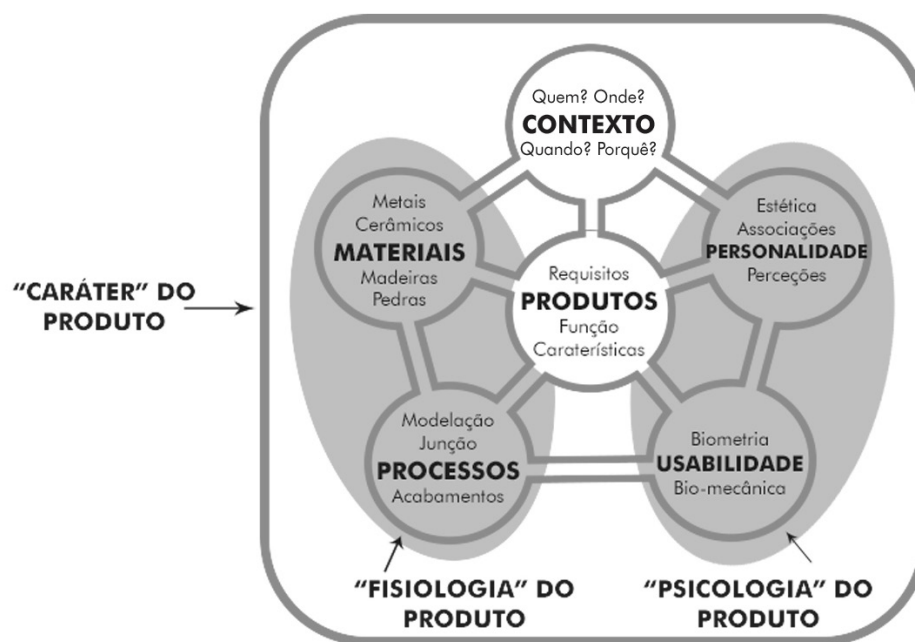


FIGURA 3 - Constituintes do caráter de um produto (Ashby e Johnson (2003).

Utilizando o modelo apresentado anteriormente como referência (Figura 3), irá proceder-se à descrição sucinta de algumas das fases pelas quais as luminárias de luxo devem passar.

Como produto físico, as luminárias de luxo “...simbolizam harmonia, prosperidade, luxo... dá-se o renascer da nossa existência todos os dias e valida visualmente o dom de viver” (Orozco, 2015). Contextualizando, este tipo de produto insere-se num nicho de mercado onde os utilizadores têm poder monetário. Cria-se candeeiros de acordo com tendências, que variam de cultura para cultura e de local para local.

Tal como qualquer objeto, os candeeiros de luxo são produzidos através de métodos industriais, artesanais ou ambos.

“Nos últimos tempos (...) tem sido teorizada com frequência uma contraposição entre dois tipos de design: por um lado, o “design frio”, endereçado à produção industrial e destinado ao consumo de massa; por outro, o “design quente”, feito por poucos, com poucos meios e destinado à fruição artístico-cultural de alguns poucos sujeitos sociais” (T. Maldonado, 1999, p. 83).

Embora a aquisição de candeeiros de luxo passe pela exclusividade da sua compra, estes objetos são comprados por muitos indivíduos, o que leva por vezes à criação de uma pro-



dução industrial.

Não obstante, existem pormenores, acabamentos e personalizações únicos que as máquinas não conseguem realizar, ou não é compensatório construir uma máquina para realizar um só candeeiro. Dessa forma, revela-se necessário utilizar uma produção manual ou artesanal.

A produção artesanal envolve a transformação dos materiais e da matéria prima em produtos, através de tarefas desempenhadas por trabalhadores qualificados e de ferramentas manuais (Flores, 2009). Esta forma de produzir tem vantagens relativamente ao processo industrial, pois ela pode adaptar-se facilmente às exigências dos clientes. Contrariamente à produção artesanal, na produção industrial, as aspirações e necessidades dos utilizadores são postas de lado, valorizando-se mais a seleção da matéria-prima e os processos de fabricação adequados a cada projeto (Lobach, 2001).

### 2.3.1 MATERIAIS

Na pirâmide seguinte (Figura 4) são apresentados três aspetos que cada produto deve ter. A funcionalidade considera o correto funcionamento de um produto, a sua segurança e o preço. A usabilidade reflete o fácil entendimento e manuseamento de um produto. Por último, a satisfação pondera o surgimento de emoções positivas no utilizador, ao adquirir determinado produto (M. Ashby & Johnson, 2003).



FIGURA 4 - Requisitos de cada produto (M. Ashby & Johnson, 2003) .

No entanto, no mercado da iluminação de luxo, pressupõe-se que a usabilidade e funcionalidade estejam intrínsecas a qualquer objeto desse tipo. O que se destaca neste caso, em particular, é a satisfação. Nos objetos de preço mais elevado, os consumidores exigem um design mais avançado, incluindo materiais mais caros (Ljungberg & Edwards, 2003). Um exemplo desses materiais é o ouro. Devido à sua viabilidade e às características culturais associadas a ele, enfatiza a diferenciação de qualquer objeto (Harvey et al., 2014).

Contudo, este é apenas um exemplo e existem mais materiais que são utilizados neste tipo de mercado: os materiais puros e naturais (madeira e pedra), metais caros e raros, cerâmicas puras e densas. Não se utilizam materiais falsos, evitam-se os plásticos, e os materiais como as madeiras são refinados, selecionados e aperfeiçoados (Ljungberg & Edwards, 2003a).

Através da perspectiva (Ashby, 2008, p. 5) descreveram-se alguns dos materiais mais usados na indústria das luminárias de luxo, utilizando o exemplo da madeira, do metal, da cerâmica e do vidro (Tabela 4).

TABELA 4 - Descrição de cada família de materiais: madeira, metal, cerâmica e vidro (M. F. Ashby, 2008).

MADEIRA	METAL	CERÂMICOS   VIDRO
NATURAL TEXTURA PADRÃO COR CHEIRO CULTURA VALOR DURAÇÃO	LIMPO PRECISÃO CONFIÁVEL DURABILIDADE PERMANENTE ROBUSTEZ MANIPULÁVEL COMPLEXO	CULTURA COR UNIFORME RESISTENTE AO RISCO RESISTENTE À ABRASÃO NÃO CORRÓI FRÁGIL TRANSPARÊNCIA FUNCIONALIDADE

Visto que cada família de materiais tem características próprias, é relevante diferenciá-los. Assim, através da informação recolhida anteriormente, procedeu-se à pesquisa de alguns dos materiais mais caros e utilizados neste tipo de indústria.

Através de exercícios de observação realizados em variadíssimas luminárias de luxo, considerou-se que os metais mais utilizados são: cobre, ouro, prata, latão, aço inoxidável e bronze. O cobre e o latão são metais muito dúcteis e podem ser trabalhados para obter formas complexas. O ouro tem uma cor sólida, é maleável, muito resistente à corrosão e pode ser combinado com inúmeros metais. A prata é um metal branco, macio e tem alta condutividade elétrica e térmica. O aço inoxidável é um material dúctil a baixas temperaturas e é resistente à corrosão. O bronze é um material pouco dúctil, com resistência elevada e com alta resistência à corrosão (Figura 5).

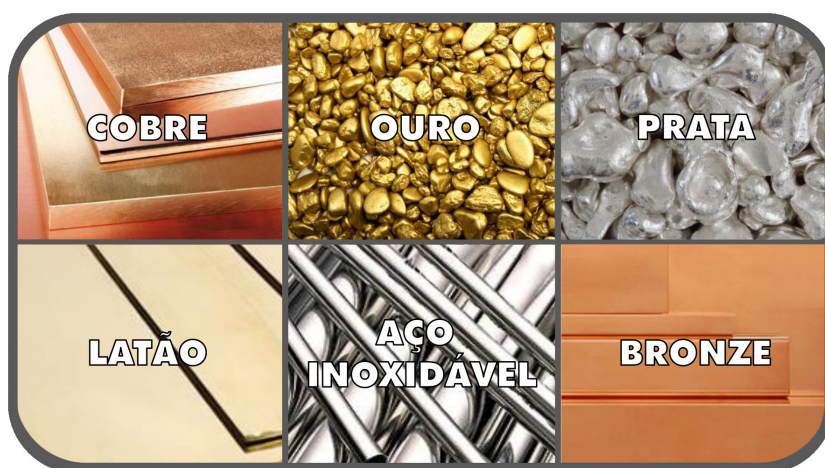


FIGURA 5 - Tipos de metais utilizados na indústria da iluminação de luxo.

Outros materiais, que estão presentes em inúmeras luminárias de luxo, são os cerâmicos e os vidros (Figura 6). Os cerâmicos dividem-se entre os tradicionais e os técnicos. No contexto da presente dissertação, apenas os cerâmicos tradicionais serão considerados. A pedra mármore é bastante utilizada neste tipo de indústria e, a mais pura de todas (Italian Carrara) é branca, tem uma textura delicada e é muito dura. No entanto, existem pedras mármore de várias cores.

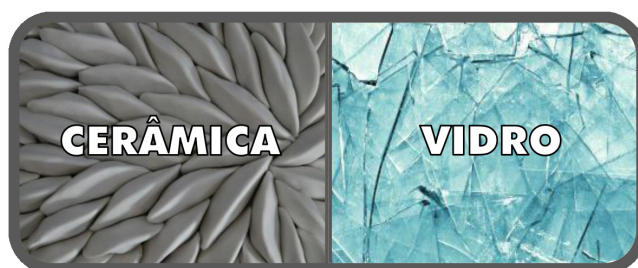


FIGURA 6 - Outros materiais utilizados na indústria da iluminação de luxo.

Os vidros são um material sólido, são amorfos e têm transparência. Esta última característica permite visualizar a luz, quando esta é emitida no interior de objetos formados por este material.

A última família de materiais (Figura 7), correspondente às madeiras, é também utilizada em algumas luminárias de luxo, embora em menor escala do que os metais, os cerâmicos e os vidros. As madeiras mais caras do mundo são: Bocote, Ébano, Purple Heart, Bubinga, Dalbergia, Lignum Vitae, entre outras. São materiais naturais, com estruturas complexas e, devido à otimização quanto à sua função, podem ser leves e muito eficientes (Divya, 2016).

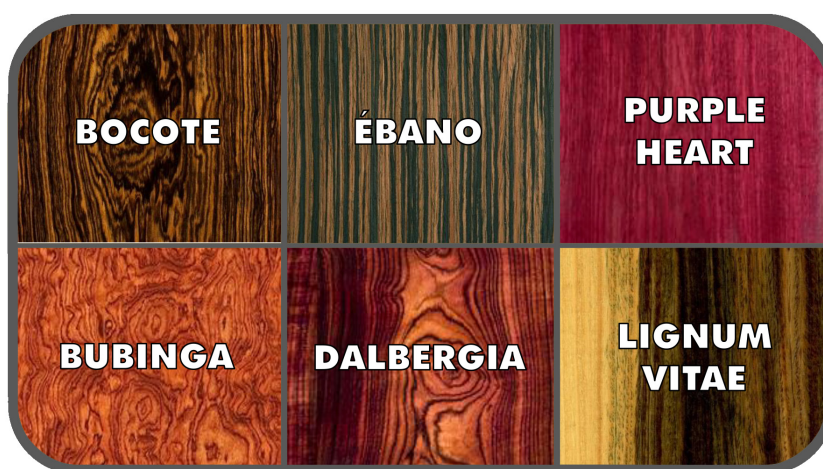


FIGURA 7 - As madeiras mais caras do mundo (Divya, 2016).

Todos os materiais apresentados anteriormente: madeiras, metais, cerâmicos e vidros podem ser utilizados em conjunto, criando luminárias esteticamente agradáveis. Através de uma pesquisa visual, de várias marcas produtoras de luminárias de luxo, é mais frequente presenciar-se a junção de um metal (com um ou mais acabamentos) ou metais com outros materiais.

### 2.3.2 ACABAMENTOS

Os materiais, anteriormente referidos, podem receber inúmeros acabamentos, dependendo da aparência desejada. Usualmente, os processos de acabamento são realizados/aplicados quando as peças já se encontram formadas, alterando a sua superfície e conferindo, no caso dos metais, as seguintes propriedades: cor, brilho, refletividade, resistência à cor

rosão e aos produtos químicos, dureza, resistência ao desgaste, isolamento elétrico, entre outros (Chen et al., 2015). O seguinte organograma (figura 8), segundo Lesko (1999), revela a maioria dos acabamentos conseguidos em peças metálicas.

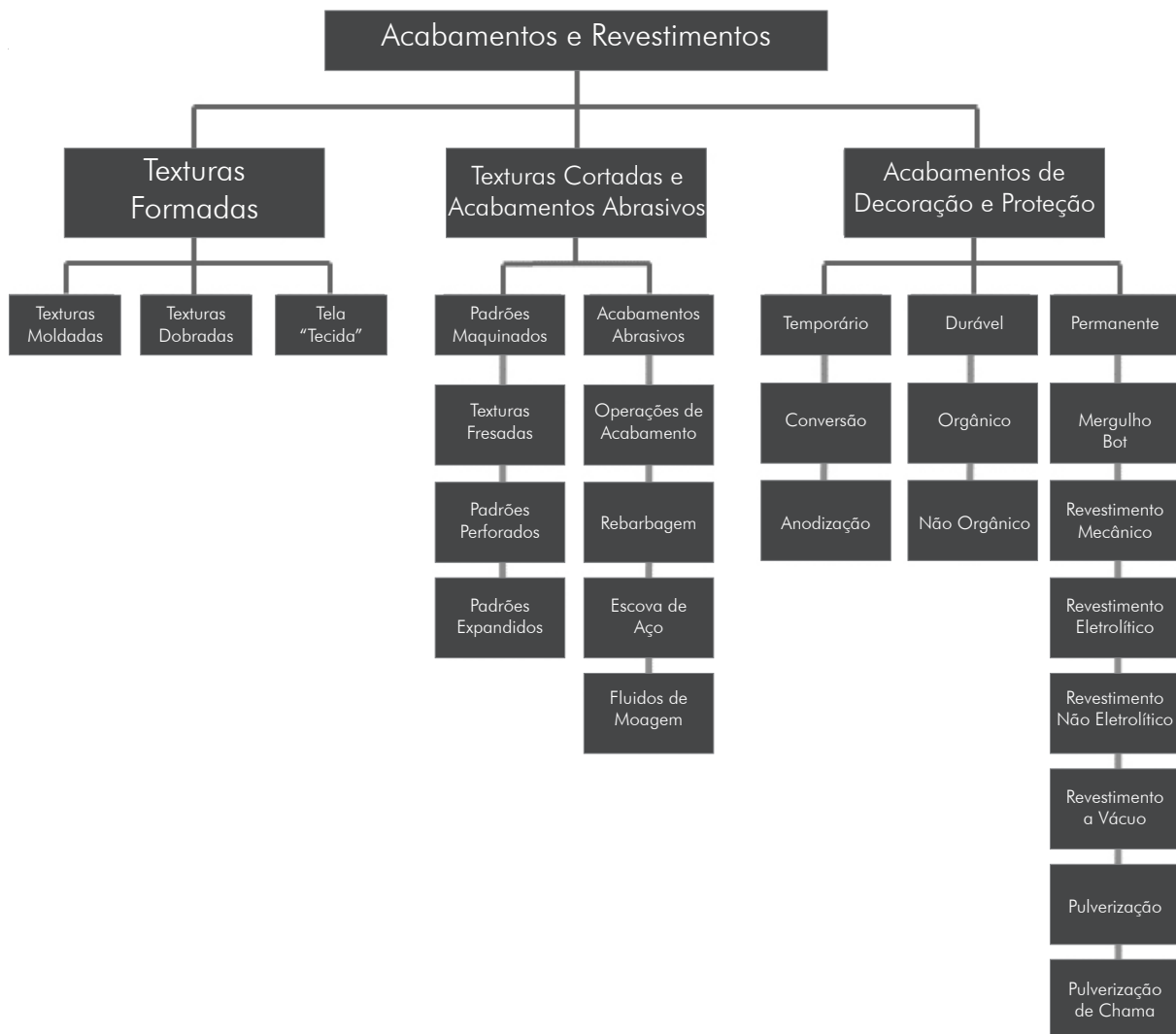


FIGURA 8 - Tipos de acabamentos conseguidos em materiais metálicos (Lesko, 1999).

De forma a se compreender a informação da figura 8, serão descritos, com brevidade, todos os processos apresentados:

- As texturas moldadas (Molded Textures) são relevantes no processo de design, pois podem melhorar o aspeto e disfarçar possíveis lacunas na superfície de cada peça;
- Os padrões realizados através de calandras (Rolled Patterns) podem obter diversas formas, através da saliência da textura presente nos rolamentos e da passagem da chapa

pelos mesmos;

- O friso realizado em metal pré-banhado (Crimped Metals), obtém acabamentos luminosos e confere resistência e rigidez às chapas;

- Os tecidos de arame (Woven Wire Cloth) podem adotar diversas texturas e tornarem-se em peças únicas no processo de design;

- Os padrões metálicos perfurados (Perforated Metal Patterns) são realizados através da ação de uma prensa, criando orifícios nas chapas consoante o padrão escolhido (Lesko, 1999).

- Os padrões de metal expandido (Expanded Patterns) são furados pela ação de uma matriz que se move e cria diferença de alturas nas chapas, adotando padrões e diferentes características, consoante a sua função e uso (Metalex, 2014).

- Brunir (Honing) remove *“(...) pequenas quantidades de material pela flutuação de pedras abrasivas segmentadas, montadas num mandril de expansão, que gira com baixa velocidade e com movimentos alternados ao longo da superfície da peça”* (Swift & Booker, 2013). Este processo é realizado no interior de superfícies redondas e é equivalente ao acabamento “superfinishing”, que realiza o mesmo processo no exterior das mesmas superfícies.

- A lapidação (Lapping) é um processo de maquinagem que transfere grãos abrasivos para a peça e, através da remoção deles, a superfície obtém a forma desses grãos (Sanchez, Losnak, & Perez, 1999).

- A técnica “Wire Brushing” produz texturas mais ou menos vincadas na superfície, através de uma escova circular de arame que está em constante rotação;

- Os abrasivos revestidos (Coated Abrasives) por vários materiais: lixa, lixa de esmeril, entre outros, criam diversas texturas dependendo do tamanho dos grãos presentes em cada uma;

- A granalhagem (Shot Blasting) lança as partículas (de algum material), através de um jato de ar, contra a superfície do objeto, que cria um acabamento mate;

- O polimento (Polishing) produz um acabamento brilhante no material. Os discos de polir

são usualmente feitos de tecido, couro ou feltro embutido com um abrasivo;

- O polimento eletrolítico (Electropolishing) pode produzir superfícies semelhantes a espelhos, através das projeções de um eletrólito na superfície;

- O revestimento de conversão (Conversion Coating) utiliza fosfatos, para revestir aço inoxidável, e cromatos, para revestir alumínio, cobre, zinco e magnésio, protegendo a peça contra a corrosão e dando um acabamento decorativo;

- A anodização (Anodic Coating) é mais um processo que existe para proteger as peças contra a corrosão, mas que confere um acabamento superficial, conseguido através da imersão da peça num banho ácido;

- As tintas orgânicas líquidas (Wet Paint) podem ser aplicadas através de vários processos: escovagem, rolamentos e através de spray. No caso do spray, ele é aquecido para melhorar a durabilidade da textura;

- O revestimento em suporte líquido (Fluidized Bed Coating) submerge uma parte aquecida em pó plástico seco, que funde o pó e cobre a peça através de uma aderência da tinta (Lesko, 1999);

- O revestimento com pó (Powder coating) transfere as partículas de tinta dos discos giratórios para as peças, através de cargas estáticas negativas e positivas. Através da combinação de cargas elétricas, as partículas podem ser manipuladas, melhorando a distribuição, espessura e eficiência da transferência das mesmas (Ye, Steigleder, Scheibe, & Domnick, 2002);

- Os revestimentos inorgânicos (Inorganic Coatings) são pós feitos de óxidos metálicos altamente resistentes ao desgaste, após fusão, dos mesmos, a superfícies metálicas;

- O mergulho bot (Bot Dipping) consiste em mergulhar ferro e aço num banho de zinco, estanho ou alumínio fundidos, conferindo maior resistência à corrosão;

- O revestimento mecânico (Mechanical Plating) compacta partículas finas metálicas numa superfície metálica, através da ação de vidro, cerâmica ou porcelana;

- O revestimento não eletrolítico (Electroless Plating), reduz o cloreto de níquel a níquel e

deposita-o sobre a peça, aumentando a resistência à corrosão;

- O revestimento a vácuo (Vacuum Plating), evapora o metal no vácuo, através da ação de altas temperaturas e é depositado na peça;
- A galvanoplastia (Electroplating) pode revestir a peça com cromo, níquel, cádmio, cobre, zinco ou estanho, que se encontram numa solução de eletrólito;
- A pulverização (Sputtering) projeta íons positivos para o material de revestimento, condensando os seus átomos no objeto de trabalho;
- A Pulverização de chama (Flame Spraying) usa um fio ou pó metálico fundido (estado líquido), que é pulverizado sobre uma superfície pré-aquecida (Lesko, 1999).

## 2.4 - DESPERDÍCIOS NO SETOR DA ILUMINAÇÃO DE LUXO

Na presente tese, procurou-se estudar o desperdício gerado pelos materiais metálicos e entender quais dos processos de fabrico, ou da própria conceção do produto, que poderão ser responsáveis por esse mesmo desperdício. Este subcapítulo permitiu entender se já existem soluções para os desperdícios gerados e, caso não existam em alguns casos, pensar em criar novas soluções para problemas que ainda existam.

### 2.4.1 – METAIS E PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO

De uma forma geral, o metal caracteriza-se como sendo um bom condutor elétrico, que tem boa resistência elétrica. Para além disso, os metais também possuem propriedades físicas, tais como: alta condutividade térmica; alta densidade; maleabilidade e ductilidade (Forstner & Wittmann, 1983). Mas de onde são extraídos estes materiais?

*“Os minerais são os principais constituintes das rochas e solos, que, basicamente, são os formadores da crosta terrestre. É a partir deles que os metais são inicialmente extraídos”* (Brocchi). Resumidamente, esses minerais são criados através da junção de elementos químicos, presentes no magma. As diferenças de temperatura, pressão, arrefecimento, entre outros, condicionam a solidificação do magma, fazendo com que esses elementos quí-



nicos, presentes no magma se associem ou isolem. Desta forma, os minerais podem ser constituídos por um só elemento (ouro e enxofre), devido à sua falta de interação ou reação com os demais elementos; ou compostos por mais elementos (Brocchi).

Devido às diferentes composições dos minerais, existem inúmeros tipos de metais, o que leva a uma denominação e divisão destes em grupos. Esses grupos também existem, porque as propriedades dos metais variam muito entre si. Posto isto, os metais podem dividir-se em dois grupos principais: as ligas ferrosas e não ferrosas. Os organogramas seguintes exemplificam esses grupos e uma breve descrição das propriedades metálicas será apresentada.

Os metais ferrosos são compostos pelo ferro e pelo aço (Figura 9).



FIGURA 9 - Tipos de metais ferrosos (Lesko, 1999).

Os seis tipos de ferro fundido que existem são: ferro cinzento, ferro dúctil, ferro branco, ferro grafite compactado, ferro maleável e ferros de alta liga. Para cada tipo de ferro, existe uma aplicação específica nos diversos setores e objetos presentes no dia-a-dia. No entanto, de uma forma geral, estes materiais são utilizados em engrenagens, volantes, travões de disco, rolos de laminação, superfícies de rolamentos pesados, entre outros.

No caso dos aços, os tipos que existem são: aço ao carbono, aço inoxidável, aço de ferramentas, super ligas à base de ferro, entre outros.

Em suma, alguns tipos de aço são utilizados para moldes, na construção civil, em equipamentos industriais, em equipamentos aéreos, entre outras aplicações.

Relativamente ao segundo grupo - as ligas de metais não ferrosos, a extensão de metais diferentes aumenta. Este grupo divide-se em 3 outros grupos: os metais que têm baixa, baixa a alta e alta temperatura de fusão; e os metais que têm custo moderado e custo alto (Figura 10).



FIGURA 10 - Tipos de metais não ferrosos (Lesko, 1999).

Alguns dos metais presentes no grupo de baixa temperatura de fusão e baixo custo são o alumínio, cobre, magnésio e zinco. As suas aplicações mais comuns são em: fundição de objetos complexos, componentes de motores de aviação, caixas elétricas, componentes de automação, entre outros. Alguns dos metais que têm alta temperatura de fusão e um custo elevado são utilizados para moedas, joalheria, soldadura, aplicações industriais, entre outros, podendo estes metais ser: estanho, ouro, prata ou platina. Finalmente, alguns dos metais que têm alta temperatura de fusão podem ser: tungsténio, crómio, níquel, titânio, entre muitos outros.

Após se estudar a origem dos metais e verificar que as aplicações existentes, de todos eles, são inúmeras, sendo que cada metal é apropriado a áreas específicas, torna-se importante saber de que forma é que se pode encontrar esta matéria prima. Isto é relevante, pois a própria matéria prima pode condicionar a forma de um candeeiro devido à sua própria forma e a processos de fabricação adjacentes.

Nesse sentido, pode-se encontrar alguns tipos de metais em forma de: folha, arame, barra, cabo, casquilho, cavilha, chapa, fita e tubo, com dimensões e formas geométricas diferentes (Soares, 2016). Nos produtos de iluminação de luxo, podem-se encontrar os metais em todas as formas referenciadas.

## 2.4.2 – PROCESSOS DE FABRICO E DESPERDÍCIOS GERADOS NO FABRICO DOS PRODUTOS

“Os recursos naturais são materiais provenientes da natureza, que possuem renovação em longas escalas de tempo. Isto significa que estes recursos não são capazes de se reproduzir na mesma velocidade em que são consumidos pelo ser humano e em alguns casos estes não são renováveis...” (Santos, Marzall, & Godoy, 2015). Como tal, é necessário entender os desperdícios associados a cada material. Definiu-se o metal como material causador de maior desperdício, pois, no caso das luminárias de luxo, ele encontra-se muitas vezes presente, por ser um material facilmente moldável e adotar texturas e acabamentos que remetem ao luxo.

Para efeitos de enquadramento do tema, é de notar que o impacto ambiental começa muito antes da manipulação do material físico (chapa, tubo, tarugo, entre outros). Ele inicia-se através da extração de metal nas reservas, utilizando energia, causando resíduos e criando efeitos geológicos. A exploração de grandes áreas, que não são devidamente recuperadas, provocam consequências geológicas; a utilização de enormes quantidades de energia acontece nas operações de mineração e processamento; e a quantidade de resíduos rochosos desperdiçados é significativa, visto que só uma pequena porção de minerais são extraídos de uma grande área rochosa (Davis e Masten, 2014).

O ciclo de vida de um produto inicia-se na fase da extração dos minerais, de que são constituídos os metais e prossegue através de várias fases de transporte, realizando algumas paragens em fábricas de produção, fábricas de montagem, uso pela entidade que o obteve e, finalmente, o seu descarte (Figura 11).

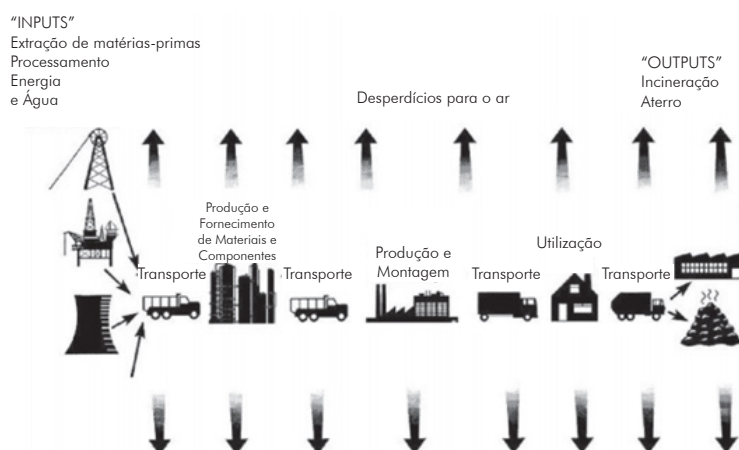


FIGURA 11 - Ciclo de vida de um produto, sob a perspectiva de Bhamra (2004).

No caso da fase de produção das luminárias, durante o processo de fabrico, os desperdícios das mesmas podem ser de vários tipos: aparas e limalhas de metais ferrosos e não ferrosos, poeiras e partículas, óleos minerais de maquinagem (sem halogéneos e com halogéneos) emulsões e soluções de maquinagem (com halogéneos e sem halogéneos), óleos sintéticos de maquinagem, ceras e gorduras, resíduos de soldadura, lamas de maquinagem, resíduos de materiais de granalhagem, lamas metálicas (retificação, super acabamento e lixagem) e materiais de retificação (contendo substâncias perigosas).

Na presente dissertação conferiu-se relevância aos processos de corte e maquinagem, por serem os processos que mais geram resíduos, cerca de 858 659 toneladas por ano “(...) dos quais cerca de 2,9% (25 068 t/ano) são considerados resíduos perigosos (emulsões, óleos e lamas de maquinagem)” (INETI, 2000).

De forma a compreender a forma como se geram desperdícios metálicos após a ação de alguns processos de fabrico, será apresentada uma breve descrição de cada operação representada no diagrama (Figura 12).

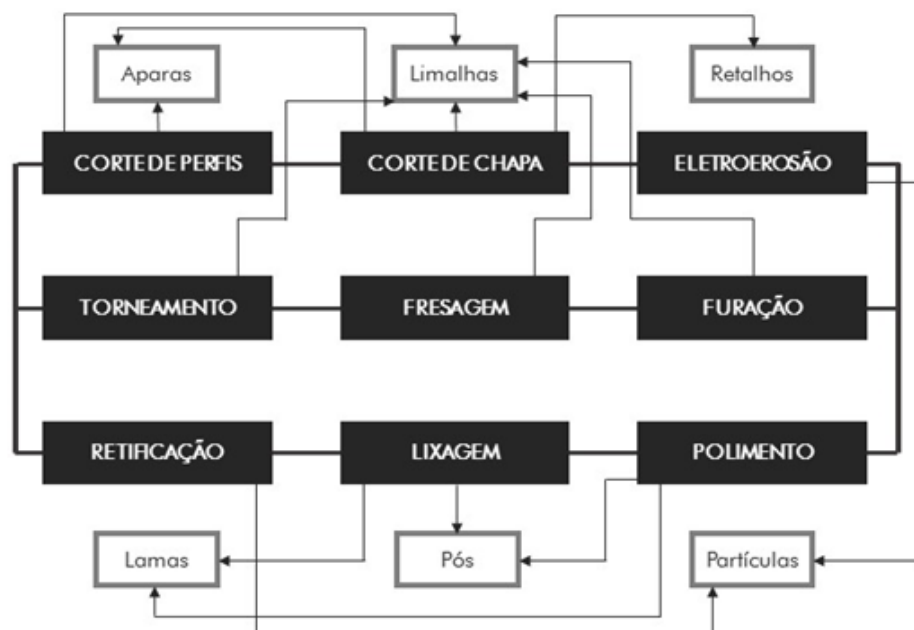


FIGURA 12 - Diagrama do tipo de material desperdiçado em cada um dos processos apresentados (INETI, 2000).

Enumeram-se assim os seguintes processos:

- Corte de Perfis: pode gerar aparas e limalhas. Necessita de discos de serra ou de guilhotina para efetuar acertos de comprimentos;

- Corte de chapa: pode gerar aparas, limalhas e retalhos metálicos. Pode ser realizado com guilhotina, quando as formas são simples e retas. Para formas mais complexas (geram mais desperdício) utiliza-se o oxicorte, corte por plasma, corte por laser e corte por jato de água, que utilizam comando numérico para otimizar a utilização da chapa;
- Eletroerosão: gera partículas metálicas. Trabalha-se a peça através da aplicação de descargas elétricas, removendo pequenas partículas metálicas e dando forma à peça;
- Furação: gera limalhas. Utilizam-se brocas rotativas para furar as peças;
- Fresagem: gera limalhas. Utilizam-se fresas rotativas que fazem furos ou modificam a forma da peça;
- Torneamento: gera limalhas. A peça fixa roda em torno de um eixo e é trabalhada através de uma ferramenta cortante, fixa lateralmente;
- Retificação: gera partículas metálicas. É responsável por conferir o grau de acabamento a uma peça, podendo até corrigir tolerâncias;
- Lixagem: gera lamas e pós de lixagem. Pode-se efetuar a lixagem através da lixa ou de escovas, para dar um acabamento com alguma rugosidade;
- Polimento: gera lamas e pós de polimento. Os métodos mecânicos, químicos, eletroquímicos, entre outros, desbastam e diminuem a rugosidade superficial da peça (INETI, 2000).

No setor dos produtos metálicos confere-se uma produção mais acentuada de produtos no corte de chapas e perfis de onde derivam muitas vezes, retalhos de peças, que se tornam inutilizáveis. Dessa forma, deve-se entender e analisar os desperdícios gerados e saber de que forma se poderão evitar, beneficiando as empresas e o ambiente.

### 2.4.3 – ANÁLISE GLOBAL DOS DESPERDÍCIOS

Segundo o Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (2000) as aparas, retalhos, limalhas, partículas, poeiras e granalhas são resíduos considerados não perigosos. No entanto, a tentativa de redução destes deverá ser uma opção de cada empresa, e esta escolha não precisará ser apenas por questões económicas ou de competitividade, mas

também por questões ambientais. Até porque os tempos mudam rapidamente. Os metais, que não eram descartados no passado, por serem muito valiosos, atualmente existe um desperdício desmedido, até mesmo para o ouro, prata ou platina (Ayres, 1997).

Devido a essa evolução desmedida de aquisição e descarte de metais, nos dias de hoje, algumas empresas na área das luminárias de luxo utilizam alternativas aos desperdícios gerados.

Uma delas é a simplificação de processos e produtos, intitulada de padronização. É um método que existe para combater os desperdícios metálicos. Segundo Monden (2011), todas as operações deviam ser examinadas, de forma a compreender quais agregam valor ao projeto e quais constituem desperdícios, que só geram custos e devem ser eliminadas. As formas dos componentes, por exemplo, devem ser otimizadas, de forma a tornar a produção mais fácil e eficiente. Assim sendo, o objetivo de cada empresa deverá ser a concepção de produtos utilizando menos recursos e tendo sempre como foco a satisfação do cliente e qualidade do produto.

Para além da produção cuidada, existe ainda a reciclagem associada aos desperdícios metálicos ferrosos e não ferrosos. Atualmente estima-se que a produção mundial de cobre (38%), chumbo (50%) e zinco (23%) advém de fontes secundárias, isto significa que os resíduos metálicos são explorados de uma forma ampla, obtida através da reciclagem (OCDE/GD, 1995). Ademais, sabe-se que, comparativamente com outros materiais, os metais são recicláveis, ou seja, podem ser reutilizados várias vezes, minimizando a exploração de minérios e processamento de materiais virgens.

Este é um processo com benefícios agregados: conserva as matérias-primas e reduz a exploração das reservas naturais; evita a produção de mais resíduos, diminuindo assim a poluição e conserva a energia e emissões de dióxido de carbono para o ambiente.

Outro tipo de abordagem é o reaproveitamento dos metais para a produção de novas luminárias.

Os exemplos que vão ser apresentados de seguida utilizam desperdícios metálicos, vindos de vários objetos que estão em fim de uso e que vão ser descartados.

## 2.5 – PROJETOS DE ILUMINAÇÃO DE LUXO QUE CONSIDERAM A SUSTENTABILIDADE

No caso das luminárias de luxo existem projetos realizados através de desperdícios e projetos que consideram a sustentabilidade através da redução e simplificação da forma. Os casos mais relevantes são: Facaro, Flos e Vick Vanlian.

### FACARO - CONNECT 3, Los Angeles

A marca Facaro, criada pela artista Carolina Fontoura Alzaga, é sediada em Los Angeles e é reconhecida internacionalmente por encontrar beleza e valor em produtos e texturas degradadas. Para isso, a artista realizou a série Connect, que dá uma nova vida a bicicletas usadas para criar suspensões e luminárias de mesa luxuosas e tradicionais, dedicadas aos princípios da sustentabilidade (Alzaga, 2010).



FIGURA 13 - Conjunto de imagens da coleção Connect 3, Facaro (Alzaga, 2010).

O processo que altera o produto usado, tornando-o numa luminária nova é realizado através da exploração da forma que acontece após os objetos se tornarem em lixo. São utilizadas correntes de bicicleta, rodas e engrenagens que transmitem charme e uma mensagem muito forte: pode-se usar materiais usados e fazer com que voltem a ter uma nova vida, fazendo com que durem mais tempo e não sejam imediatamente descartados (Hastings, 2013).

Este modelo, Connect 3 (figura 13), é apenas um exemplo de uma coleção realizada com o mesmo conceito – o reaproveitamento de materiais usados e descartados. Cada luminária de luxo é única, devido à natureza dos materiais utilizados.

### MICHAEL MCHALE DESIGNS – Industrial collection X-Chandelier, Nova York.

As luminárias realizadas por Michael McHale Designs (figura 14) têm como objetivo explorar os limites do design da iluminação convencional de luxo. Esta empresa utiliza tubos de gás, mangueiras de borracha, flores e telefones antigos. Isso só comprova que os objetos do cotidiano, que rara importância têm nas nossas vidas, podem-se destacar e ser embelezados (Designs, 2017).

A luminária X-Chandelier é constituída por cristais Swarovski e tubos de canalização, que são pintados, de forma a personalizar o seu acabamento. As lâmpadas têm formas distintas, conferindo movimento e alternância à luminária. Este é um exemplo da inserção de um material “básico” no mercado das luminárias de luxo que, através do seu destaque e sucesso, criou empatia com o público inserido nesse mercado.



FIGURA 14 - Conjunto de imagens da coleção X-Chandelier de Michael Mchale Designs (Designs, 2017).



## TEJO REMY & RENÉ VEENHUIZEN – Milkbottle Lamp, Holanda.

Milkbottle lamp é um projeto realizado pelos designers Tejo Remy e René Veenhuizen, constituído por 12 garrafas de leite e aço inoxidável. Este projeto, presente na figura 15, defende que se podem realizar luminárias com aquilo que já temos no nosso dia-a-dia. Não é, portanto, necessário produzir mais matéria prima (REMY & VEENHUIZEN, 2017).

Esta luminária foi criada a partir de 1991 e abriu as portas à existência de uma nova era de designers, que exploraram e exploram o uso de materiais recuperados, reinventando objetos e formas novas. Este conceito força o usuário a repensar as suas interações com os ambientes e peças utilizadas (Pilloton, 2007).



FIGURA 15 - Conjunto de imagens da Iluminação MilkBottle de Tejo Remy e René Veenhuizen (REMY & VEENHUIZEN, 2017).

# 3 CAPÍTULO

## CASO DE ESTUDO





Através da análise realizada no primeiro capítulo, constatou-se que existem alguns exemplos de candeeiros de luxo que consideram os princípios da sustentabilidade. No entanto, essas luminárias são, muitas vezes, peças de autor ou raramente industrializadas. Desta forma, considerou-se relevante realizar um caso de estudo numa empresa portuguesa de iluminação de luxo – a Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

Esta parceria teve como principal objetivo, tentar criar soluções aos desperdícios produzidos pela empresa referida anteriormente, trazendo benefícios ao ambiente e à empresa.

### 3.1 – METODOLOGIA ADOTADA

De forma a validar se a indústria dos candeeiros de luxo se podia interligar com a sustentabilidade, deu-se início a uma fase de estudo na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A. Essa mesma fase obedeceu a uma metodologia com inúmeras alterações e desenvolvimentos, consoante o avanço dos projetos.

Essa metodologia passou, primeiramente, pelo estudo da própria empresa, de forma a conhecer o meio onde ela se inseria.

Posteriormente, deu-se o estudo dos materiais utilizados, processos de fabrico e acabamentos. Isso contribuiu para criar conhecimentos e intervir devidamente na empresa. De seguida, foi necessário entender as quantidades e tipos de desperdícios que a fábrica Castro Lighting produzia e se estes eram prejudiciais ao ambiente ou não. Após essa perceção, adveio a necessidade de entender qual era o fim de vida desses desperdícios e, se haviam alternativas ou soluções para os mesmos.

### 3.2 - FÁBRICA CANDEEIROS M A F CASTRO, S. A.

*“Fundada em 1978, a Castro Lighting cria e produz iluminação decorativa para interiores nas suas instalações em Portugal. Com quase 40 anos de atividade, a nossa empresa fornece o mercado internacional de alto luxo com soluções de iluminação de elevada qualidade”* (Lighting, 2017).

A Castro Lighting (2017) é uma empresa versátil, por utilizar tecnologia avançada e produ-

ção “*handmade*”, realizada por artesãos experientes e dedicados. Isso permite a criação de modelos únicos e originais, como também a produção em série de um produto. Valoriza os clientes, criando luminárias de elevada qualidade e dando-lhes a oportunidade de poder personalizar e escolher materiais, acabamentos e diferentes adornos para as luminárias (Lighting, 2017). Ademais, esta empresa cria processos de fabrico de qualidade e minimizadores de gastos: tempo; materiais, promovendo a produtividade e reduzindo os desperdícios e impactos no meio ambiente (Lighting, 2017).

### 3.2.1 - MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados pela Fábrica Candeeiros M A F Castro, S., durante a produção dos diferentes candeeiros de luxo, são: latão, alumínio, aço inoxidável, mármore, vidro, cristal Asfour e cristal Swarovski. No entanto, os únicos materiais que são manipulados e trabalhados são os metais. Os restantes são produzidos por terceiros, chegando à empresa já com a sua forma e acabamentos finais (Figura 16).

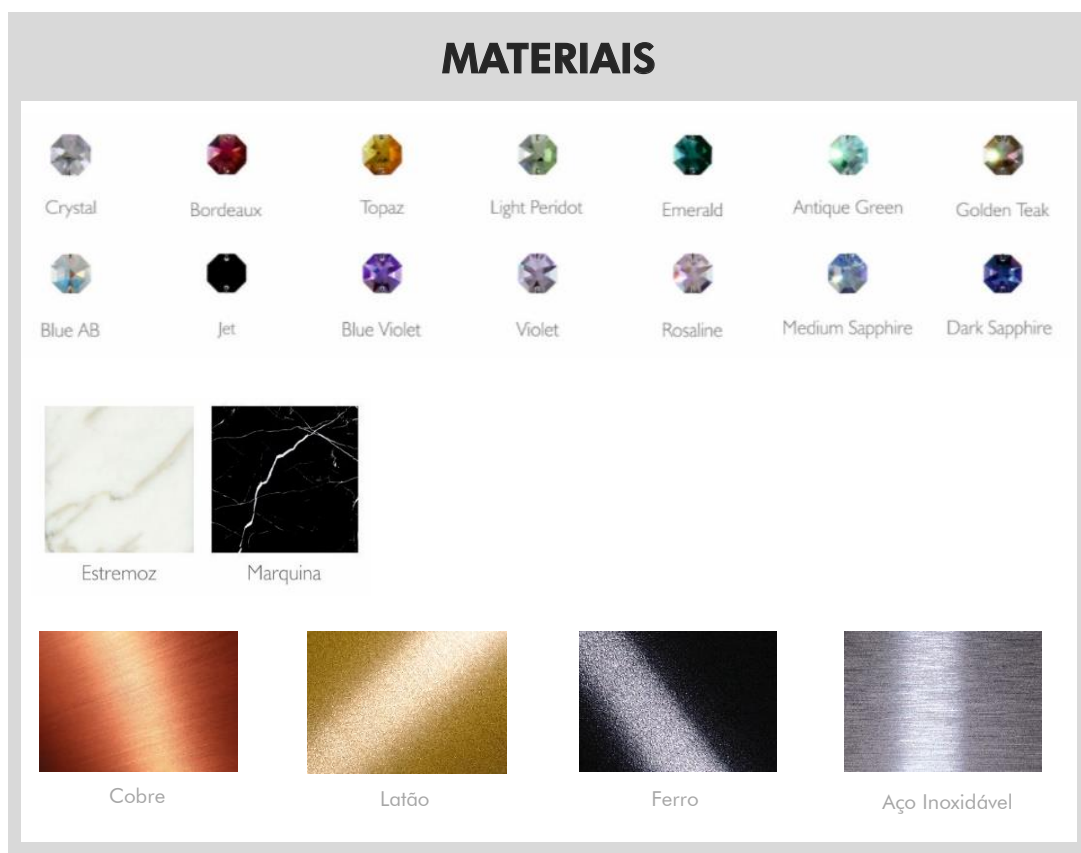


FIGURA 16 - Conjunto de materiais utilizados por Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

Posto isto, todos os metais que a fábrica adquire têm a forma de: chapa, cavilha, tubo, e barra. Nas tabelas seguintes podem-se encontrar as características gerais do material, o preço a que é adquirido, benefícios e contrapartidas do material. Os materiais são também avaliados quanto ao desperdício a que estão sujeitos. Para efeitos de quantificação de desperdício, utilizou-se uma escala de 0 a 10. A avaliação dos desperdícios é realizada pelos processos de fabrico a que estão sujeitos (Tabelas 5, 6, 7 e 8).

TABELA 5 - Características das chapas de latão.

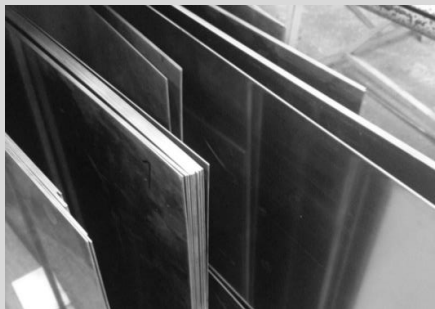
<b>CHAPAS   CARATERÍSTICAS</b>	
Utilização: processos de corte.	
Desperdício: 8.	
Custo: elevado.	
Forma: retangular (1x2 metros).	
Espessura: várias.	

TABELA 6 - Características das cavilhas de latão.


<b>CAVILHA   CARATERÍSTICAS</b>	
Utilização: processos de furação, torneamento, dobragem e corte.	
Desperdício: 7.	
Custo: elevado.	
Forma: redonda e quadrada (3m).	
Espessura: várias.	

TABELA 7 - Características das barras de latão.

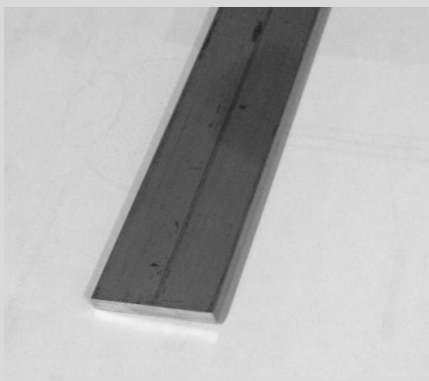

<b>BARRA   CARATERÍSTICAS</b>	
Utilização: processos de corte, furação e dobragem.	
Desperdício: 6.	
Custo: elevado.	
Forma: retangular (3m)	
Espessura: várias.	

TABELA 8 - Características dos tubos de latão.

TUBO   CARATERÍSTICAS	
Utilização: processos de corte e furação.	
Desperdício: 3.	
Custo: moderado.	
Forma: redonda ou quadrada (3m).	
Espessura: várias.	

### 3.2.2 - PROCESSOS DE FABRICO

Tendo em conta que a Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A. é uma empresa que utiliza tecnologia avançada e processos de fabrico artesanais, a quantidade de processos que utilizam é infindável. Dessa forma, os processos de fabrico irão ser abordados sucintamente (Figura 17).

Inicialmente, o candeeiro é idealizado e, posteriormente, modelado através de um software 3D. São selecionados os materiais conforme os acabamentos desejados. De seguida, iniciam-se os processos de corte.

A Castro Lighting realiza esses processos com guilhotinas manuais, serras elétricas, máquinas CNC, entre outros. Para formas mais complexas, são necessárias operações de corte a laser, que são realizados por entidades externas. Após o corte, normalmente, realizam-se operações de roscagem e de furação, através de máquinas de torneamento e máquinas de controlo CNC.



FIGURA 17 - Diagrama com descrição do processo de fabrico (geral).

No caso das chapas, elas podem ainda ser utilizadas para processos de torneamento, onde são adquiridas novas formas, ou processos de calandragem, que dobram as peças consoante as medidas estipuladas.

Como método de ligação mais comum entre os diferentes elementos, é utilizada a brasagem, uma vez que são utilizados maioritariamente os latões. Por fim, inicia-se a fase do polimento, onde as superfícies são preparadas para receber os diferentes acabamentos.

### 3.2.3 - ACABAMENTOS

Considerando os materiais que a empresa Castro Lighting utiliza, existem diferentes tipos de acabamentos para as superfícies metálicas. A maioria deles são realizados em chapas de: latão, aço inoxidável, ou cobre. Para além dos acabamentos criados em superfícies lisas, podem realizar-se os mesmos em superfícies texturadas.

Posto isto, os seguintes acabamentos podem ser realizados: ouro, ouro mate, níquel, níquel mate, níquel escovado, níquel preto, níquel preto mate, latão, latão escovado, latão envelhecido, cobre e cobre mate. Estes acabamentos são conseguidos através do polimento e tratamento da superfície metálica, de forma a preparar a mesma para os respetivos banhos (níquel, ouro).



FIGURA 18 - Acabamentos realizados na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

As texturas são criadas com ferramentas e maquinaria próprias e conseguem adquirir várias formas (Figura 19).



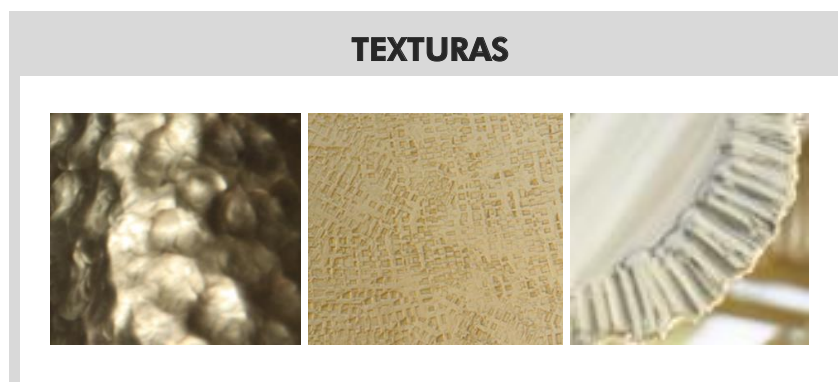


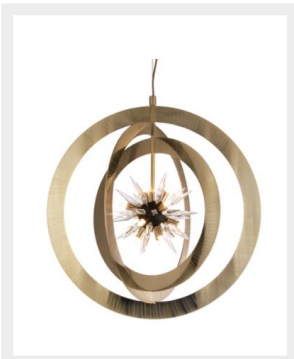
FIGURA 19 - Texturas realizadas na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

### 3.2.4 - ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS

Considerando que o tema da presente dissertação se relaciona com desperdícios metálicos obtidos através da produção de candeeiros de luxo, revelou-se necessário efetuar um estudo na empresa Castro Lighting, de forma a saber a quantidade de desperdícios existentes por produto. Esse estudo permitiu selecionar a abordagem mais correta a ter na execução de um novo modelo.

Selecionaram-se três modelos comercializados pela empresa, com formas complexas e pouco convencionais. O primeiro modelo corresponde à suspensão Galilei (Tabela 9).

TABELA 9 - Quantificação de desperdícios do modelo Galilei da Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

QUANTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIO		
<b>PRODUTO 1</b> 	<b>MATERIAL</b>	1 - Cavilha latão quadrada 16mm (3 m) 2 - Tubo latão redondo 12,5x1 mm (3 m) 3 - Chapa latão 3mm (2x1 m)
	<b>QUANTIDADE DESPERDÍCIO</b>	1 – 0,165 m   <b>2,835 m</b> 2 – 0,166 m   <b>2,834 m</b> 3 – 0,259 m   <b>1,741 m</b>
	<b>PROCESSOS DE FABRICO</b>	Corte a laser Corte com serra

O modelo Galillei é constituído por 3 aros de chapa de latão circulares, cavilhas e tubos de latão.

O segundo modelo corresponde à suspensão Printemps (Tabela 10).

TABELA 10 - Quantificação de desperdícios do modelo Printemps da Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

QUANTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIO		
PRODUTO 2		
	MATERIAL	1 – Cavilha latão redonda 6,5 mm 2 – Cavilha latão redonda 03 mm 3 – Cavilha latão redonda 12,5 mm 4 - Tubo Latão redondo 19x1 mm 5 – Chapa Latão 05 mm
	QUANTIDADE DESPERDÍCIO	1 – 36,12 m   <b>2,88 m</b> 2 – 8,400 m   <b>0,6 m</b> 3 – 0,800 m   <b>2,2 m</b> 4 – 0,273 m   <b>2,727 m</b> 5 – 2,244 m   <b>1,756 m</b>
	PROCESSOS DE FABRICO	Corte a laser Corte com serra Roscagem Furação

Os componentes que constituem o candeeiro Printemps são: chapas, cavilhas e tubos de latão.

O terceiro modelo representa a suspensão Canyon (Tabela 11) e tem os seguintes componentes: chapas e tubos de latão.

TABELA 11 - Quantificação de desperdícios do modelo Canyon da Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

QUANTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIO		
PRODUTO 3	MATERIAL	1 – Tubo latão redondo 9,5x1 mm 2 – Tubo latão redondo 22x1 mm 3 – Chapa latão 1,5 mm 4 – Chapa latão 2 mm
	QUANTIDADE	1 – 7,690 m   <b>1,310 m</b> 2 – 0,243 m   <b>2,757 m</b>
	DESPERDÍCIO	3 – 1,766 m   <b>0,234 m</b> 4 – 0,142 m   <b>1,858 m</b>
	PROCESSOS DE FABRICO	Corte a laser Corte com serra Roscagem Furação

### 3.2.5 - FIM DE VIDA DOS MATERIAIS

Os desperdícios metálicos que surgem, em cada processo de fabrico, são pedaços de material que, normalmente, não se reaproveitam. O reaproveitamento dá-se quando a quantidade de material desperdiçado se encontra com dimensões adequadas para serem efetuadas outras operações nele. No caso das chapas de latão, tubos, cavilhas e barras, os seus retalhos são constantemente aproveitados, de forma a não causar prejuízo à empresa.

Quando as formas cortadas são complexas e a sua disposição (no material) é desordenada, existe mais desperdício. Desta forma, esse material já não vai ser reaproveitado e é imediatamente posto de parte. Nestes casos, os desperdícios são colocados em contentores, separados. Cada material tem um contentor próprio. Quando o contentor se encontra com uma quantidade razoável de metal, é levado para uma sucata.

Seguem-se os principais estágios de um processo de reciclagem de metal: aquisição, classificação, processamento, fusão, purificação, solidificação e transporte (Figura 20).

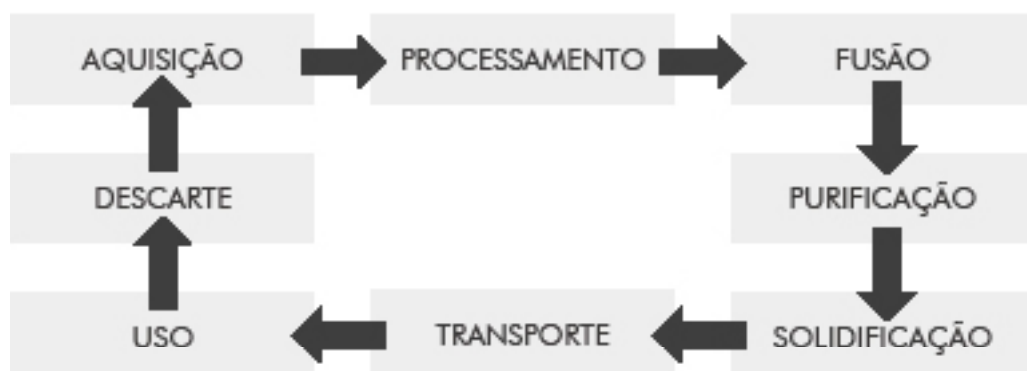


FIGURA 20 - Principais estágios de um processo de reciclagem de metal (LeBlanc, 2016).

A aquisição dos diferentes tipos de metal é realizada em sucatas ou aterros. A separação é feita através de ímanes, sensores ou balanças, e o metal limpo é separado do metal sujo. No processamento, o metal é triturado, para se utilizar menos energia no processo de fusão. Todos os metais são fundidos em fornos específicos, gastando uma grande porção de energia, ainda assim, muito menor do que a energia necessária para extrair matérias primas virgens. Utiliza-se a eletrólise para garantir que o produto final está livre de contaminantes. Por fim, dá-se a solidificação em formas específicas: barras, chapas, cavilhas, entre outras, e são transportadas para nova utilização (LeBlanc, 2016).



# 4

CAPÍTULO

# METODOLOGIA DE PRODUÇÃO





No primeiro capítulo concluiu-se que os candeeiros de luxo que consideram os princípios do ecodesign utilizam desperdícios provenientes de vários objetos em fim de vida. Frequentemente, esses candeeiros acabam por se tornar em peças de autor, impossibilitando a sua produção em massa.

Por um lado, as peças de design de autor podem ser um ponto a favor: há quem adquira apenas produtos dessa ordem e, normalmente são muito valorizados. Noutra perspetiva, a produção de quantidades reduzidas pode tornar-se um problema: corre-se o risco de perder clientes caso não hajam os produtos que eles desejem adquirir.

Através do caso de estudo realizado na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A. consideraram-se os modelos já existentes e práticas enraizadas nessa empresa. Apesar dos desperdícios metálicos serem consideráveis, considerou-se arriscado utilizá-los para produzir um candeeiro. Colocou-se essa opção de parte, pela seguinte razão: caso o número de vendas desse mesmo candeeiro fosse muito elevado, o desperdício relativo à criação dessas mesmas formas (provindas dos desperdícios de alguns candeeiros) poderia ser superior. Ademais, a reciclagem de metais era uma prática enraizada na empresa e esta já efetuava esse processo com todos os desperdícios que realizava.

Dessa forma, considerou-se relevante criar um projeto de um candeeiro que gerasse menor quantidades de desperdícios e, caso gerasse desperdício, que este pudesse ser utilizado para outros fins. Através do uso de formas simples, de menos quantidade de material, de processos manuais de fabrico e de máquinas que não utilizam produtos abrasivos e prejudiciais ao ambiente, foi desenvolvido um projeto de um candeeiro de luxo que considera os princípios do Ecodesign, sendo, posteriormente inserida no mercado da iluminação de luxo.

## 4.1 ANÁLISE DOS MATERIAIS

Considerando os materiais utilizados na empresa e na indústria da iluminação de luxo, escolheu-se o latão como material base dos candeeiros. Na construção das iluminações, colocam-se ainda caixas de ferro fundido, que suportam os cabos elétricos e contém todas as ligações dos candeeiros.

As caixas de ferro fundido são adquiridas através de fornecedores e têm dimensões específicas. Seleciona-se a dimensão da caixa consoante as dimensões dos candeeiros, devido



quantidade de ligações inerentes a ele.

O latão pode dividir-se em dois grupos: latão para trabalhos a frio e latão para trabalhos a quente, considerando que a resistência mecânica varia segundo a adição do zinco: quanto maior for a percentagem de zinco, mais resistência e ductilidade tem, embora a resistência à corrosão diminua (Pozo & Ledo, 2011). Ademais, a cor também é afetada, passando da cor do cobre para uma cor mais amarelada.

O latão utilizado nos candeeiros existe em forma de chapa, cavilha, barra e tubo.

A chapa de latão foi escolhida para receber os acabamentos e adotar alguma textura. As chapas de latão têm 2000x1000mm e têm espessuras compreendidas entre 0,9mm e 4mm.

As cavilhas, os tubos e as barras foram utilizados para criar a estrutura interior do candeeiro. Estes elementos são adquiridos com o mesmo comprimento, cerca de 3000mm. As cavilhas e os tubos podem ser quadrados ou redondos e têm várias dimensões. As barras têm uma forma retangular e vários tamanhos (Tabela 12).

TABELA 12 - Dimensões dos materiais da Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A.

DIMENSÕES DE MATERIAIS (mm)	
CHAPA LATÃO	05 ; 06 ; 07 ; 08 ; 09 ; 1 ; 1,2 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; 4
CAVILHA LATÃO	Ø 03 ; 03,5 ; 04 ; 05 ; 06 ; 06,5 ; 08 ; 09,5 12,5 ; 13 ; 14 ; 16 ; 17 Ø 18 ; 19 ; 20 ; 22 ; 25 ; 28 ; 32 ; 35 ; 38 ; 40 ; 45 ; 50 ; 90 04x04 ; 05x05 ; 06x06 ; 08x08 ; 10x10 ; 12x12 ; 14x14 ; 16x16 ; 19x19
TUBO LATÃO	Ø 06 ; 08 ; 09 ; 09,5 ; 11 ; 12,5 ; 14 ; 16 ; 19 ; 22 ; 25 ; 28 ; 30 Ø 32 ; 35 ; 40 ; 45 ; 50 ; 55 ; 57 ; 63 08x08 ; 10x10 ; 12,5x12,5 ; 14x14 ; 19x19 ; 20x20 ; 25x25 ; 30x30 16x8 ; 20x10 ; 25x15 ; 30x10 ; 30x20 ; 40x15 ; 50x15 ; 50x20
BARRA LATÃO	06x02 ; 08x02 ; 10x02 ; 10x03 ; 10x05 ; 10x08 ; 15x02 ; 15x03 ; 15x05 15x06 ; 20x03 ; 20x05 ; 20x06 ; 20x08 ; 25x02 ; 25x03 ; 25x04 ; 30x04 30x08 ; 40x10 ; 40x03 ; 40x05

## 4.2 FORMAS DE CORTE

De forma a cumprir o objetivo da presente dissertação: criar um candeeiro de luxo que realizasse menos desperdício, elaborou-se um esquema com várias formas geométricas possíveis. Por consequência, selecionou-se a matéria prima a utilizar: chapas, cavilhas, tubos e barras de latão. Cada matéria prima tem uma forma e desperdício diferente.

Deu-se prioridade ao estudo das chapas de latão, visto serem elas a “cobertura” do candeeiro. A estrutura interior foi pensada após este processo, cumprindo medidas standard e considerando os processos de fabrico possíveis de realizar na empresa Castro Lighting.

Os exemplos das figuras seguintes, mostram o desperdício (a cinzento) presente numa chapa de latão, quando esta é cortada nas formas representadas. As formas retas podem ser cortadas através da guilhotina manual, que, em comparação com um processo de corte a laser, cria geometrias muito básicas. Apesar de haver a possibilidade de cortar as chapas com o processo de corte a laser (realizado numa empresa diferente), as formas mais complexas iriam realizar mais desperdício e o objetivo não era esse. Para além disso, a guilhotina manual é uma máquina controlada pelo trabalhador, que não utiliza muita energia. Grande parte do processo é manual e realizado na própria empresa, evitando despesas de transporte e outros tipos de desperdício.

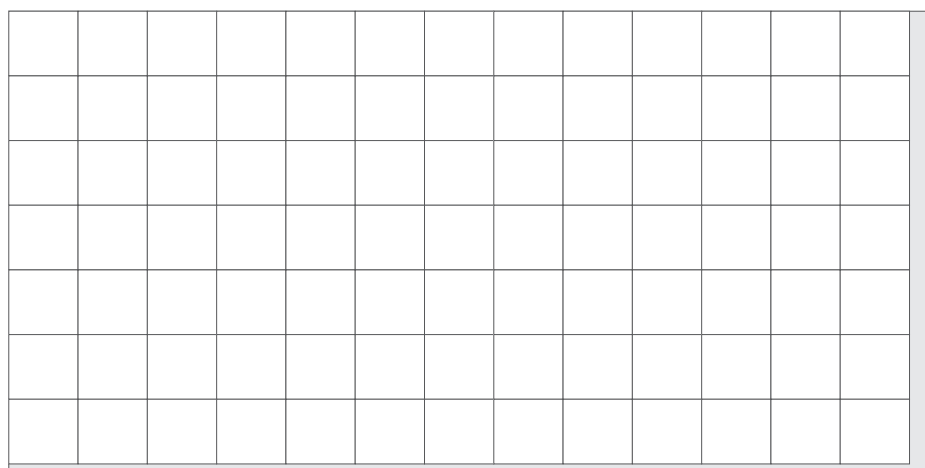


FIGURA 21 - Estudo de divisão da chapa de 2000x1000mm.

A chapa de latão de 1000x2000mm foi dividida através de retângulos de 150x140mm, de forma a ocupá-la totalmente (Figura 21). Existe uma porção da chapa (parte de cor cinzenta) que não vai ser utilizada e, por consequência é considerada desperdício.



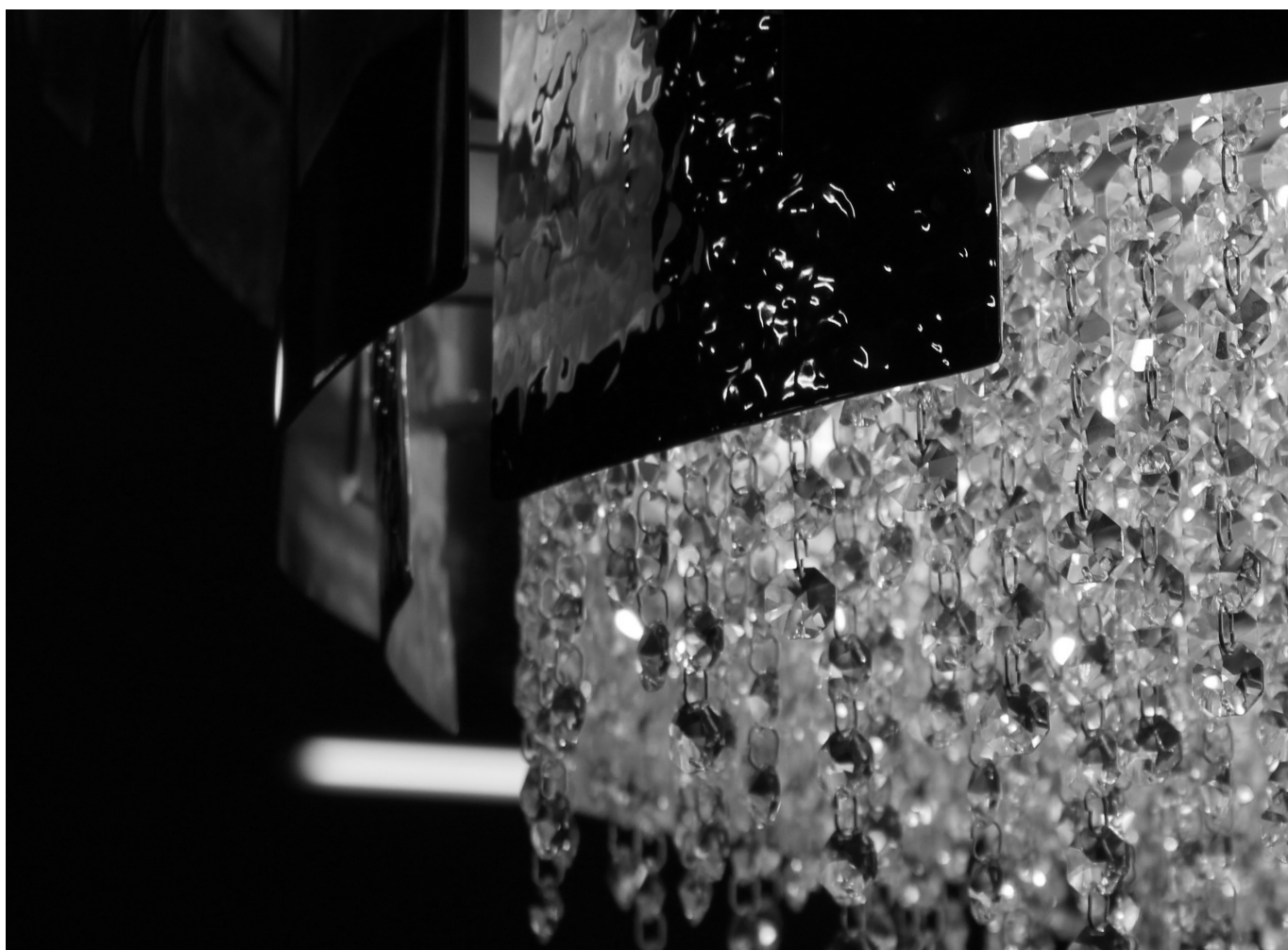
FIGURA 22 - Estudo de divisão da chapa de 2000x1000mm.

As chapas também foram divididas em secções maiores, ocupando uma área mais extensa e produzindo menor desperdício do que o primeiro exemplo (Figura 22). No entanto, devido à extensão da área de chapa a ser trabalhada, os dois últimos exemplos não são viáveis. Iriam causar obstáculos em vários processos de fabrico e acabamentos, devido à área extensa da chapa e à sua espessura reduzida.

Por consequência da observação de candeeiros com formas circulares, que realizam muito desperdício de chapa, e do estudo simbólico das formas de corte retas, decidiu-se optar pelo corte da chapa de latão com formas retangulares (Figura 21). As vantagens destas formas são algumas: o corte pode ser realizado na fábrica; a área de trabalho é pequena, logo facilita o manuseamento por parte do trabalhador; é investido tempo em novos processos de fabrico e formas mais complexas; a forma do corte permite que os retalhos sejam aproveitados para outros produtos.

# 5 CAPÍTULO

## DESIGN DE PRODUTOS





## DESENVOLVIMENTO DE CANDEEIROS DE LUXO

Atualmente é necessário tomar atitudes responsáveis na criação de produtos e utilização de matéria prima. O ecodesign e os seus princípios devem ser considerados em todos os projetos, aumentando a responsabilidade social e sensibilizando os consumidores.

Através da prática desses princípios, na área da iluminação de luxo, houve a tentativa de criar um projeto que relacionasse duas áreas distintas, com o intuito de beneficiar a empresa e o ambiente, tentando melhorar algumas práticas enraizadas nela e utilizando menos matéria prima.

Dessa forma, foram criados produtos através do estudo constante de formas e processos simplificados, que não causassem desperdícios e danos à empresa. Essas formas foram criadas considerando o tamanho dos materiais existentes na empresa.

No decorrer de todo o processo, várias áreas de estudo uniram-se para encontrar soluções a obstáculos que foram surgindo, como por exemplo: criação de métodos de junção de diferentes tipos de materiais, idealização de estruturas com finalidades distintas, escolha de diferentes acabamentos, entre outros. Destacam-se: a engenharia, o design de produto e todas as profissões aliadas à produção manual e em série.

## CONSTRANGIMENTOS DOS PRODUTOS

Tendo em conta que os materiais em estudo podem ser reciclados e que essa prática já está incutida na empresa, valorizou-se a planificação do projeto, de forma a criar o mínimo desperdício possível. Apesar da criação de diversas formas, foi a retangular a selecionada, consequência da forma do próprio material de intervenção (chapa retangular). Posto isto, correu-se o risco de criar uma iluminação demasiado “simplificada” para o tipo de mercado onde ela se iria inserir – mercado de luxo. Para contrariar essa “simplificação”, utilizou-se mais material, correndo o risco de contrariar os princípios do ecodesign. Um dos fatores que dificultou a estruturação do projeto foi a existência de medidas standard que a empresa tem (ø800mm/ ø1000mm, para a maioria das suspensões). O objetivo deste projeto, foi, dessa forma, parcialmente inviabilizado. A própria produção e processos de montagem dificultaram o aproveitamento de material, e levaram ao desperdício de algumas cavilhas e tubos, que foram posteriormente guardados para outros projetos em vista.

## 5.1 PRODUTO 1 – DESENVOLVIMENTO DE UMA SUSPENSÃO DE LUXO

O produto 1 (Figura 23) pretende apresentar o processo de estruturação e produção de uma iluminação de luxo. A sua produção foi realizada com o intuito de reduzir desperdícios metálicos e ser normalmente inserida no mercado dos candeeiros de luxo. Posteriormente à planificação, deu-se a produção de um protótipo, de forma a inseri-lo numa feira internacional - Maison et Object, em Paris, França, e avaliar a receção do mesmo pelos clientes dessa feira.



FIGURA 23 - Modelação 3D relativa ao produto 1.



### 5.1.1 MATERIAIS UTILIZADOS

A escolha dos materiais deu-se em função dos acabamentos que se pretendiam obter e dos produtos que a empresa tinha à sua disposição. De seguida encontram-se presentes os vários componentes metálicos utilizados para realizar a estrutura do produto 1 (Figura 24).



FIGURA 24 - Modelação 3D relativa aos componentes do produto 1.



O latão foi selecionado por ser um metal frequentemente utilizado em iluminações de luxo e por adotar um acabamento polido e brilhante, algo que se pretende neste género de iluminações.

A caixa de ferro fundido foi, de certa forma, incutida no projeto. É desse material que as caixas para componentes elétricos são realizadas, não havendo opção de escolha. No produto 1 foram utilizados: chapas, barras, cavilhas e tubos de latão (Tabela 13).

TABELA 13 - Conjunto de informação relativa aos materiais utilizados no produto 1.

MATERIAIS				
FORMA	ASPETO	DIMENSÕES	PREÇO MÉDIO	UTILIZAÇÃO
Chapa Latão		1x1000x2000mm	53,6953 €	Exterior da iluminação
Chapa Latão		2x1000x2000mm	98,3246 €	
Barra Latão		30x4x3000mm	6,5208 €	Interior da iluminação
Barra Latão		15x5x3000mm	3,9132 €	
Barra Latão		6x2x3000mm	0,7955 €	
Cavilha Latão	 	10x10x3000mm	4,4608 €	Interior da iluminação
Cavilha Latão		6x6x3000mm	1,6380 €	
Cavilha Latão		8x3000mm	2,1028 €	
Cavilha Latão		12,5x3000mm	5,0400 €	
Tubo Latão		14x14x3000mm	2,7935 €	Interior da iluminação
Tubo Latão		8x8x3000mm	2,0682 €	

### 5.1.2 PROCESSO DE FABRICO

De forma a facilitar a descrição do processo de fabrico do produto 1, dividiram-se os componentes que o constituem em quatro partes. As figuras 25, 26, 27 e 28 representam essas

partes e identificam o material e as dimensões correspondentes a cada parte. Posto isto, as três partes que constituem o produto<sup>1</sup> são:

- Chapas e tubos (parte 1);
- Barras e cavilhas (parte 2);
- Caixa, tubos e cavilhas (parte 3);
- Barras e cavilhas (parte 4).

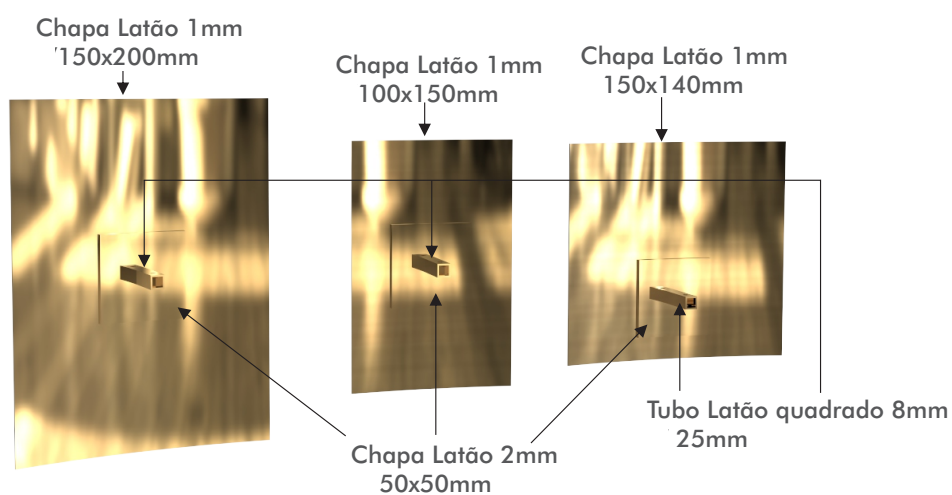


FIGURA 25 - Modelação 3D relativa às chapas, produto 1.

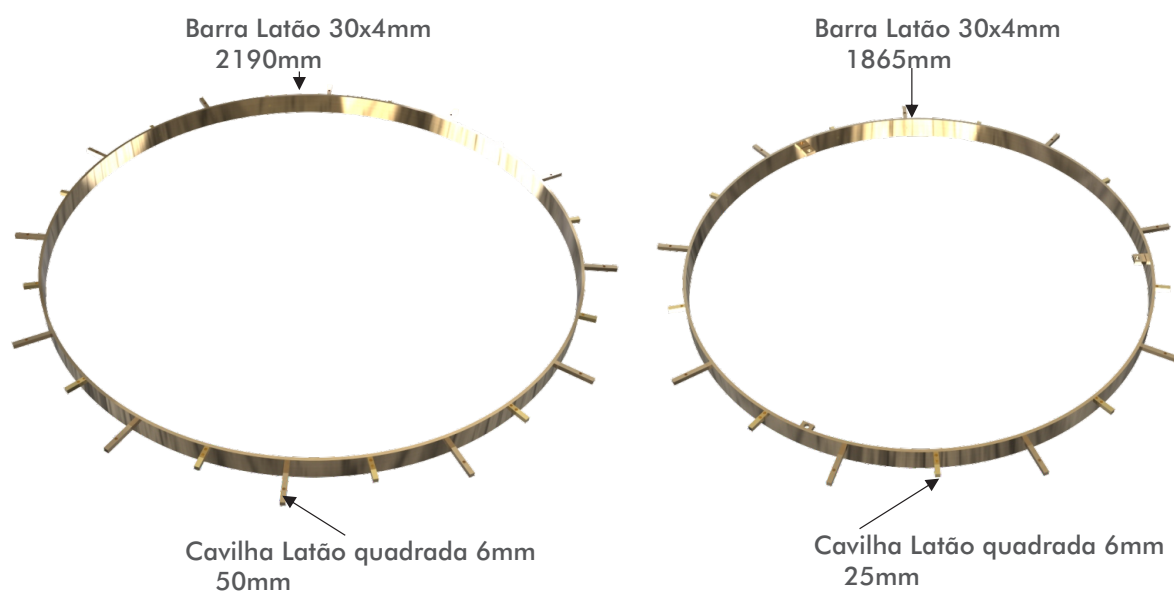


FIGURA 26 - Modelação 3D relativa às barras e cavilhas, produto 1.

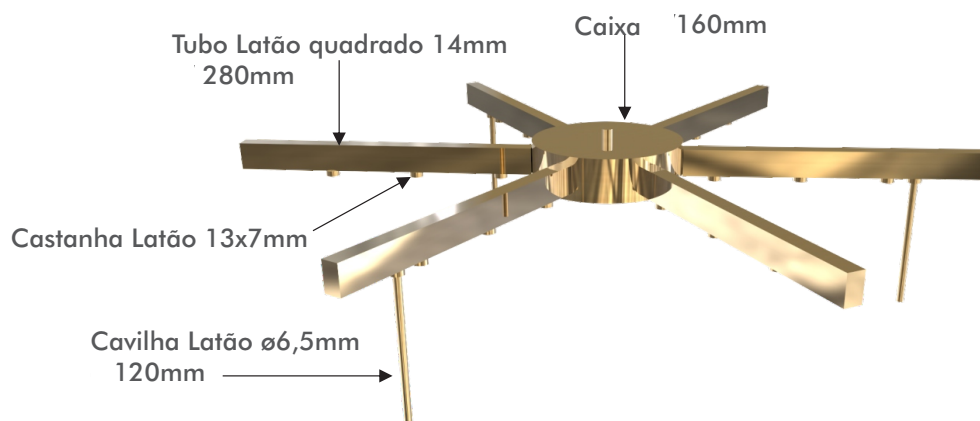


FIGURA 27 - Modelação 3D relativa à caixa, tubos e cavilhas, produto 1.

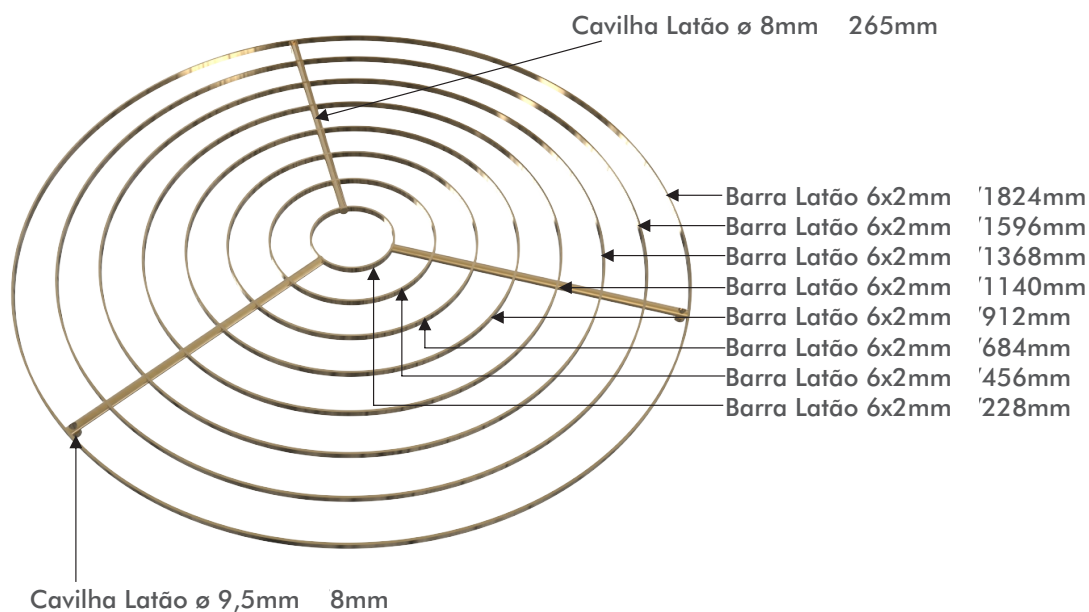


FIGURA 28 - Modelação 3D relativa às barras e cavilhas, produto 1.

A ordem do processo de fabrico de cada parte, os materiais que foram utilizados, os desenhos técnicos das partes, e os equipamentos ou ferramentas utilizadas são apresentados nas tabelas que se seguem.

As tabelas 14, 15, 16 e 17 correspondem às partes 1, 2, 3 e 4, respetivamente. São ainda apresentados conjuntos de imagens para que cada processo de fabrico seja facilmente visualizado.

Após cada conjunto de imagens, existe uma descrição de cada um dos processos de fabrico.

TABELA 14 - Componentes e processo de fabrico da parte 1, produto 1.

PARTE 1	
DESENHO	COMPONENTES
	<div>   </div> <div> <b>TUBO LATÃO</b> <b>CHAPAS LATÃO</b> </div>
ENUMERAÇÃO DO PROCESSO	MÁQUINAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS
<p>Corte de chapas e tubos de latão;</p> <p>Furação de tubos de latão;</p> <p>Martelagem de chapas de latão;</p> <p>Dobragem de chapas de latão;</p> <p>Brasagem de chapas a tubos.</p>	<div>   </div> <div> <b>SERRA</b> <b>FURADORA</b> </div> <div>    </div> <div> <b>CALANDRA</b> <b>MARTELO</b> <b>BRASAGEM</b> </div> <div>  </div> <div> <b>GUILHOTINA</b> </div>

## PARTE 1

Como se pode observar na figura, a parte 1 corresponde à junção de duas chapas e de um tubo de latão (Figura 29).

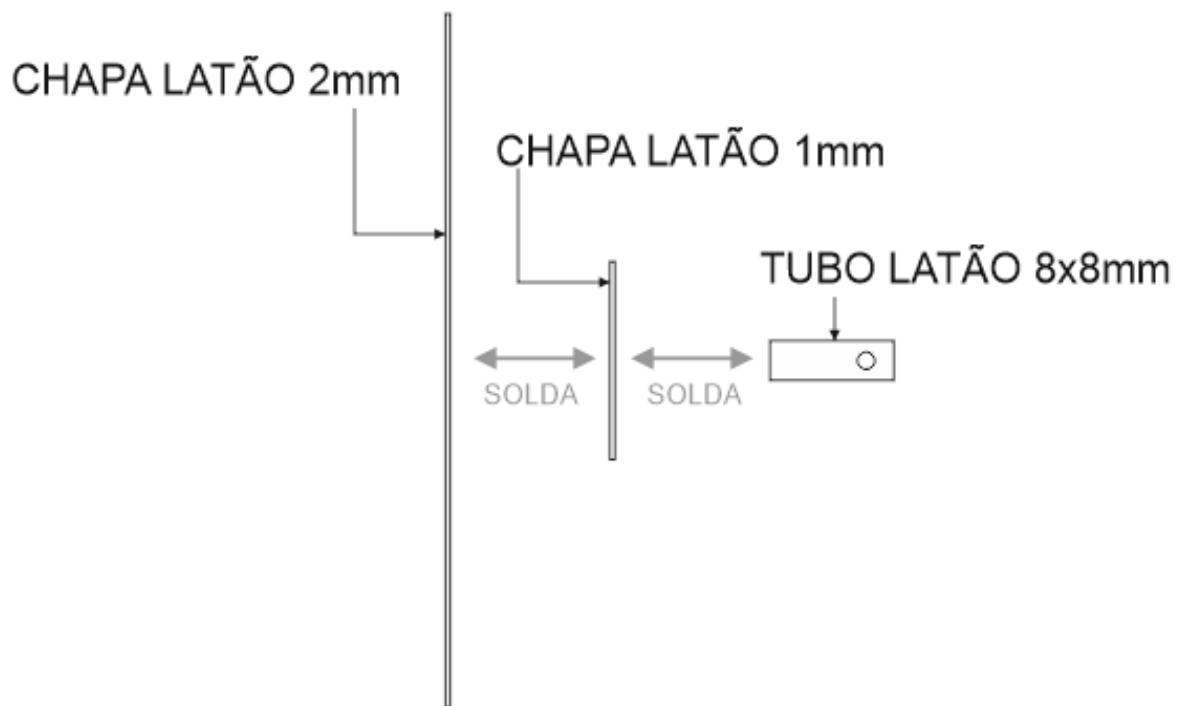


FIGURA 29 - Esquema de fabrico da parte 1, produto 1.

Numa primeira fase, planeou-se um encaixe de forma a unir as chapas de latão, que correspondem à parte exterior do candeeiro, aos tubos de latão, que correspondem à estrutura interior.

O processo de fabrico deste componente dividiu-se em seis fases. A figura 30 pretende ilustrar essas fases.





FIGURA 30 - Conjunto de imagens de cada uma das fases de fabrico da parte 1, produto 1.

## FASE 1

A fase 1 corresponde ao corte de chapas em guilhotina mecânica.

Através da escolha prévia de uma chapa de Latão de 1mm e de 2mm de espessura cortaram-se 48 chapas de cada medida, com as seguintes dimensões e quantidades: 24 com 150x140mm, 12 com 100x150mm, 12 com 200x150mm e 48 com 50x50mm. As chapas de latão de 2mm foram utilizadas para colocar entre os tubos de latão e as outras chapas, isto para reforçar a estrutura.

*“No processo de corte (...) por guilhotina as chapas são submetidas à ação de pressão exercida por um punção, uma lâmina ou uma navalha de corte”* (Morais & Borges, 2010). A guilhotina encontra-se ligada à corrente elétrica, por possuir um motor. A ação do tra-

balhador no pedal que está ligado à guilhotina, aciona um mecanismo que deixa cair a lâmina.

## FASE 2

A fase 2 corresponde ao corte de tubos de latão na serra circular com movimento de avanço da peça (tubo).

Este processo permitiu o seccionamento da peça em várias partes, pela ação e movimento de uma serra, que é uma ferramenta de corte. Neste processo existem dois tipos de movimento: o corte e o avanço. O corte é realizado pela serra, ocorrendo no movimento de ida. O avanço é realizado pelo trabalhador (que movimenta o tubo). Após o corte, a serra circular retorna à posição inicial, para diminuir o atrito e preservar a afiação dos dentes (Tudela & Aprile, 1998).

Optou-se por colocar um tubo quadrado de latão de 8mm, para servir de encaixe com as cavilhas quadradas de 6mm. Cortaram-se 48 tubos com 25mm de comprimento.

## FASE 3

*“Na furação são utilizadas diferentes máquinas-operatrizes, que contam com o auxílio da broca, que é uma ferramenta multicortante”* (Tudela & Aprile, 1998). Denominam-se multicortantes por possuírem várias facas de corte. Utilizou-se uma broca de 3,5mm para um parafuso com rosca M4. A broca realizou movimentos rotativos para furar os tubos, através de avanços na vertical. Cada tubo foi colocado na base e fixou-se através de um grampo, para que não se deslocasse durante a furação.

Posto isto, os 48 tubos sofreram uma furação total, com o distanciamento de 8mm de uma das extremidades.

## FASE 4

Utilizando um martelo convencional, martelaram-se 24 chapas, com espessura de 1mm. As restantes 24 não sofreram alteração, visto que se pretendiam dois tipos de acabamentos distintos.

Este processo carece de alguma atenção por parte do trabalhador, por ser manual. É ele

que decide se o padrão se encontra em condições ou não. Desta forma, ele vai martelando a chapa até encontrar um padrão visualmente agradável e uniforme.

## FASE 5

Todas as chapas, 96 no total, foram dobradas através da ação dos rolos de uma calandra. Antes da sua dobra, efetuou-se a sua marcação no centro, com uma caneta, de forma a marcar as zonas de fixação (para realizar a brasagem).

Este processo de fabrico consiste na enformação da chapa, através da passagem da mesma por vários rolos. A máquina é acionada através de um pedal e, com uma medida já estipulada (realizada através de várias tentativas), o rolo superior realiza a sua rotação num sentido. Os restantes rolos, que estão parados, rodam também (num sentido inverso) através da inserção da chapa, permitindo que ela se movimente e dobre.

## FASE 6

A última fase da parte 1, corresponde à união dos três componentes: as chapas de latão de 1mm, as chapas de latão de 2mm e os tubos quadrados de latão de 8mm. Considerando que o tipo de metal base, dos três componentes, difere do tipo de metal de adição, efetuou-se a brasagem forte por capilaridade, destes elementos.

Neste processo de união, as partes que sofrem a brasagem são colocadas muito próximas e acontece uma junção molecular, sem haver fusão dos materiais. A brasagem é realizada através duma chama de gás (oxicombustível) que é gerada pela combustão de uma combinação de oxigénio e de um gás combustível. O oxicombustível é formado pelo gás combustível e fluxo de oxigénio através de tubos separados, que se combinam numa câmara de mistura, percorrendo a ponta da tocha antes de inflamar (Schwartz, 2003, p. 22).

Utilizou-se a “solda prata” 30% que, além deste elemento, contém cobre e zinco. Este material tem uma temperatura de fusão menor que o material base e funde entre 618 graus C e 870 °C. *“Durante a montagem do objeto, os materiais utilizados para solda são todos constituídos por ligas de diversos elementos, reunidos em proporção tal que o conjunto tenha o mais baixo ponto de fusão possível. Assim, a fundição e manipulação de tais materiais é facilitada, sem o risco de sobreaquecimento do objeto a soldar”* (Costa, 2008).

Utilizando o processo de brasagem forte por capilaridade, soldou-se o tubo verticalmente



no centro da chapa com 2mm de espessura. Por fim, soldou-se também o conjunto anterior: chapa e tubo, à chapa de 1mm, utilizando o mesmo tipo de solda e o mesmo processo.

## PARTE 2

TABELA 15 - Componentes e processo de fabrico da parte 2, produto 1.

PARTE 2	
DESENHO	COMPONENTES
	 <p><b>BARRA LATÃO</b></p>  <p><b>CAVILHA LATÃO</b></p>
ENUMERAÇÃO DO PROCESSO	MÁQUINAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS
<p>Corte de cavilhas e barras de latão;</p> <p>Roscagem de cavilhas de latão;</p> <p>Furação de cavilhas de latão;</p> <p>Furação de barras em CNC;</p> <p>Dobragem de barras;</p> <p>Brasagem de cavilhas a barras de latão;</p>	 <p><b>SERRA</b></p>  <p><b>FURADORA</b></p>  <p><b>BRASAGEM</b></p>  <p><b>CALANDRA</b></p>  <p><b>MÁQUINA CNC</b></p>  <p><b>TORNO</b></p>

## PARTE 2

Como se pode observar na figura 31, a parte 2 corresponde à junção das cavilhas de latão às barras correspondentes, de forma a criar um encaixe entre estas e a parte 1.

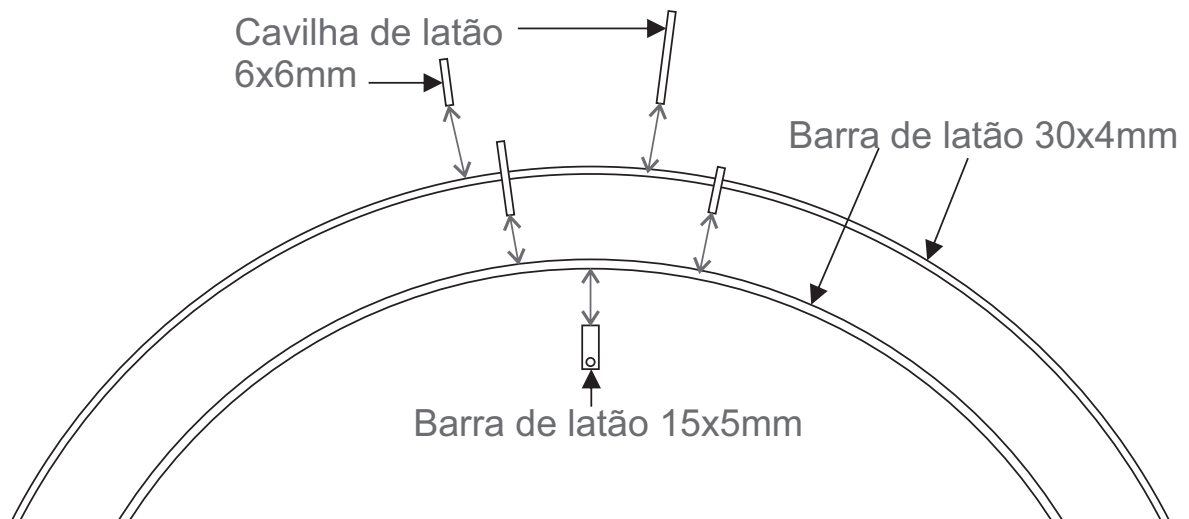


FIGURA 31 - Esquema de fabrico da parte 2, produto 1.

O processo de fabrico deste componente dividiu-se em seis fases. As imagens seguintes pretendem ilustrar cada uma dessas fases, seguindo-se uma descrição de cada uma, assim como o processo adjacente (Figura 32). Por alguns processos serem idênticos a outros, anteriormente apresentados, não haverá descrição.



FIGURA 32 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 2, produto 1.



FIGURA 32 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 2, produto 1.

A parte 2 trata-se da estrutura interior do candeeiro. Foi criada para que ele adotasse a forma circular. Deste modo, foi necessário criar uma estrutura interna resistente, também ela circular. Utilizaram-se barras de latão, para criar a forma anteriormente referida, e fixaram-se cavilhas de latão, através da brasagem, para que se pudesse unir a estrutura interna com as chapas, referidas na parte 1.

#### FASE 1

A fase 1 corresponde ao corte de cavilhas e barras de latão na serra circular com movimento de avanço da peça (tubo).

Utilizando o processo, que foi previamente descrito, cortaram-se 44 cavilhas quadradas de 6mm: 22 cavilhas com 50mm e 22 cavilhas com 25mm. De seguida, cortaram-se duas barras de latão de 30x4mm com as seguintes dimensões: 2190mm e 1865mm.

#### FASE 2

Através da utilização de uma broca de 3,5mm para um parafuso com rosca M4, furaram-se todas as cavilhas com o distanciamento de 8mm de uma das extremidades. Furaram-se também 3 barras de latão de 15x5mm com 10mm. A broca realizou movimentos rotativos para furar os tubos, através de avanços na vertical e furou cada cavilha por completo.

### FASE 3

A fase 3 corresponde ao processo de furação de barras de latão numa máquina CNC.

Esta máquina foi escolhida por apresentar resultados precisos. Através da modelação de um ficheiro CAD, e da transposição desse ficheiro para um programa ligado à máquina, esta realizou os furos com as medidas exatas. Esse requisito (a exatidão da furação) era necessário para estes componentes.

Desse modo utilizou-se a máquina CNC, para furar as barras anteriormente referidas: a primeira com furos de 4,5mm, com a distância de 91,25mm de divisão entre furos. A segunda barra com a mesma medida de furo, mas com divisão de 77,70mm. Através de um programa feito pela secção de engenharia para a máquina CNC, que efetua a furação na barra através de uma broca, furaram-se as duas barras, com 24 furos cada.

### FASE 4

A fase 4 corresponde à roscagem de todas as cavilhas num torno mecânico.

O torneamento interno é realizado através da rotação da cavilha, fixa no eixo principal de rotação da máquina, e da deslocação da ferramenta (no seu interior tem a forma de espiral para realizar a rosca) com uma trajetória co planar com o eixo principal. O movimento da ferramenta que se desloca é paralelo ao eixo principal e, ao efetuar o deslocamento, retira material perifericamente.

Cada cavilha sofreu uma roscagem no torno mecânico, adotando uma ponta com rosca. A rosca foi criada para apertar nos furos das barras de latão. Assim, as cavilhas fixaram-se nas barras, facilitando a brasagem desses elementos.

### FASE 5

A fase 5 corresponde à dobragem das barras numa calandra. A calandra em questão tem uma dimensão menor, do que a anteriormente referida. Por ter pequenas dimensões, é apenas utilizada para a dobragem de barras.

Dobraram-se as duas barras de latão, de forma a facilitar a brasagem das duas pontas. O processo envolveu várias passagens das barras pelos tubos da calandra, até se adquirir a

forma desejada.

## FASE 6

Na fase 6 foi efetuada a brasagem forte por capilaridade nas barras, de forma a unir as suas extremidades. Este processo também foi utilizado para juntar as cavilhas às barras, de forma a criar a estrutura da parte 2.

Realizou-se a brasagem de uma ponta da barra à outra e repetiu-se o processo para a barra de menores dimensões. As barras de latão de 15x5mm foram também unidas à barra de latão de 1865mm através do mesmo processo. Estas barras foram realizadas com o intuito de fixar e distanciar os dois aros.

Roscaram-se as cavilhas de 6x6mm na furação da barra, seguindo a seguinte ordem: uma cavilha de 25mm e uma cavilha de 50mm, e assim sucessivamente. Após a roscagem de todas as cavilhas, certificou-se que todas elas se encontravam na mesma posição e uniram-se à barra, através da brasagem.

Quando todos os componentes arrefeceram, utilizou-se um martelo para achatar o material ligante (solda prata 30%) que estava em demasia, e, com uma lima, retirou-se o excesso de material.

## PARTE 3

A parte 3 corresponde à junção de cavilhas de latão a tubos de latão, de forma a criar um encaixe para se fixarem esses tubos numa caixa de ferro fundido (Figura 33).

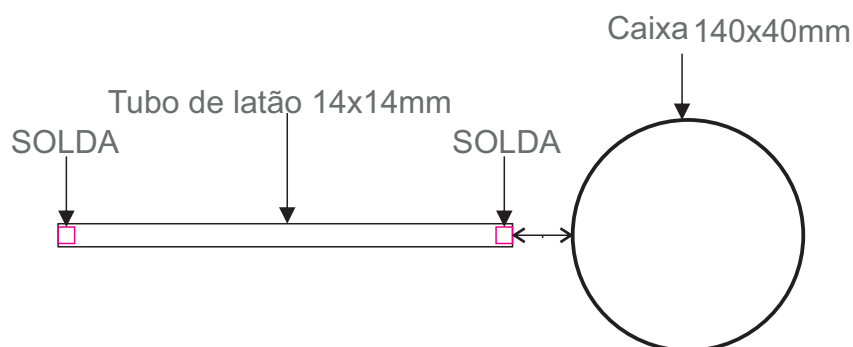


FIGURA 33 - Esquema de fabrico da parte 3, produto 1.



O processo de fabrico deste componente dividiu-se em três fases. A tabela 16 ilustra cada uma dessas fases, seguindo-se uma descrição de cada uma, assim como o processo adjacente. Por alguns processos serem idênticos a outros, anteriormente apresentados, não haverá descrição. Todas as fases de produção se encontram ilustradas no conjunto de imagens da figura 34.

TABELA 16 - Componentes e processo de fabrico da parte 3, produto 1.

PARTE 3	
DESENHO	COMPONENTES
	 <p><b>TUBO LATÃO</b></p>  <p><b>CAIXA FERRO</b></p>  <p><b>CAVILHA LATÃO</b></p>
ENUMERAÇÃO DO PROCESSO	MÁQUINAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS
<p>Corte de tubos e cavilhas de latão;</p> <p>Furação de tubos, cavilhas de latão e caixa de ferro;</p> <p>Brasagem de cavilhas de latão, tubos de latão e castanhas de latão.</p>	 <p><b>SERRA</b></p>  <p><b>FURADORA</b></p>  <p><b>BRASAGEM</b></p>

## FASE 1

A fase 1 corresponde ao corte de tubos quadrados de latão e de cavilhas quadradas de latão na serra circular com movimento de avanço da peça.



FIGURA 34 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 3, produto 1.

Cortaram-se 6 tubos de latão quadrado de 14x14mm com 275mm e 12 cavilhas de latão quadradas de 10x10mm com 10mm. Estes tubos correspondem à estrutura que suporta as luzes do candeeiro. As cavilhas são utilizadas de forma a tapar as extremidades dos tubos e a criar uma forma de união: através de parafusos.

## FASE 2

A fase 2 corresponde à furação de tubos e cavilhas de latão através de uma furadeira.

Furaram-se os 6 tubos em 3 pontos distintos, para a colocação das peças torneadas, utilizadas pela empresa para a roscagem dos copos que contêm as luzes. Apenas 3 dos 6 tubos de latão sofreram outra furação, para a colocação de cavilhas de altura.

Na mesma furadora e através do mesmo processo, realizaram-se 6 furos numa caixa de ferro fundido previamente obtida pela empresa. A caixa foi furada no centro da barra, com distanciamentos iguais. As cavilhas de latão sofreram uma furação no centro.

## FASE 3

A fase 3 corresponde ao processo de brasagem das cavilhas de latão aos tubos de latão.

As cavilhas foram colocadas no interior dos tubos de latão e realizou-se a brasagem das duas partes, de forma a criar uma “tampa” em cada extremidade dos tubos.

TABELA 17 - Componentes e processo de fabrico da parte 4, produto 1.

PARTE 4	
DESENHO	COMPONENTES
	 <p><b>BARRA LATÃO</b></p>  <p><b>CAVILHA LATÃO</b></p>
ENUMERAÇÃO DO PROCESSO	MÁQUINAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS
<p>Corte de cavilhas e barras de latão;</p> <p>Furação de cavilhas de latão;</p> <p>Dobragem de cavilhas de latão;</p> <p>Brasagem dos componentes.</p>	 <p><b>SERRA</b></p>  <p><b>MÁQUINA CNC</b></p>  <p><b>CALANDRA</b></p>  <p><b>BRASAGEM</b></p>



#### PARTE 4

Como se pode observar na figura 35, a parte 4 corresponde à junção de cavilhas de latão às barras correspondentes, de forma a criar uma estrutura de suporte aos cristais.

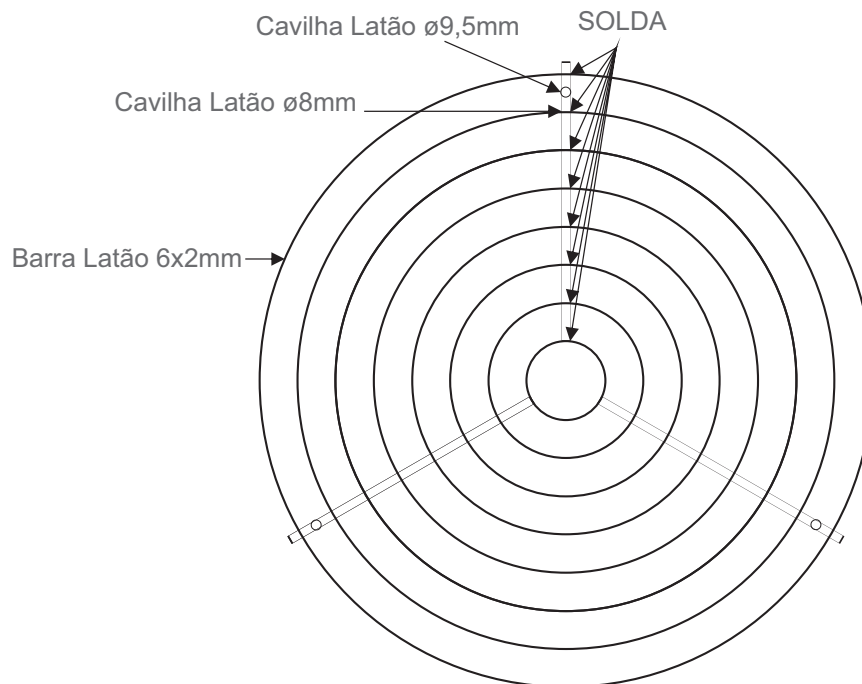


FIGURA 35 - Esquema das fases de fabrico da parte 4, produto 1.

O processo de fabrico deste componente dividiu-se em quatro fases. A tabela 17 tem a descrição desse processo, assim como os componentes e as máquinas que foram utilizadas. Todas as fases de produção se encontram ilustradas no conjunto de imagens da figura 36.



FIGURA 36 - Conjunto de imagens das fases de fabrico da parte 4, produto 1.

## FASE 1

Esta fase corresponde ao corte de barras e cavilhas de latão na serra circular com movimento de avanço da peça.

Primeiramente, cortaram-se 8 barras de latão de 6x2mm. De seguida, cortaram-se 3 cavilhas redondas de 9,5mm, e 3 cavilhas redondas de 8mm.

## FASE 2

A fase 2 corresponde à furação das barras de latão de 6x2mm.

Furaram-se as 8 barras de latão na máquina CNC, com furos de 3mm de diâmetro e com divisão de 19 em 19mm.

## FASE 3

A fase 3 corresponde à dobragem de todas as barras de latão, de forma a unir as suas pontas. Esse processo foi realizado numa calandra pequena, própria para a dobragem de barras.

## FASE 4

A fase 4 corresponde ao processo de brasagem das cavilhas às barras de latão.

Utilizando uma tocha e solda de prata 30%, realizou-se a brasagem das cavilhas de latão de  $\varnothing 8\text{mm}$  com 265mm, a todas as barras de latão, com o intuito de criar uma estrutura fixa, onde os aros de diferentes dimensões se dispusessem de forma ordenada. Por fim, em 3 pontos das cavilhas de latão de  $\varnothing 8\text{mm}$  foram unidos mais 3 cavilhas de latão de  $\varnothing 9,5\text{mm}$  pelo mesmo processo.

Após arrefecimento da estrutura, deu-se a furação da última união (cavilha de  $\varnothing 8\text{mm}$  com cavilha de  $\varnothing 9,5\text{mm}$ ) para que se pudesse criar um encaixe entre os vários componentes já criados.

## 5.2 PRODUTO 2 – MELHORIA DO PRODUTO 1

Ao realizar o produto 1, encontraram-se alguns obstáculos na produção e montagem do candeeiro. A nível da produção, concluiu-se que os tamanhos diversos das chapas de latão acabavam por gerar um desperdício maior. Para além disso, na altura da montagem do candeeiro, várias dúvidas surgiram acerca da ordem das chapas, devido às quantidades diversas de acabamentos e tamanhos.

Deste modo, surgiu a necessidade de criar uma nova suspensão, onde o processo de fabrico não fosse alterado, em que apenas se faria alterações nas dimensões das chapas, ficando apenas com um tamanho, como se pode comprovar pela figura 37.

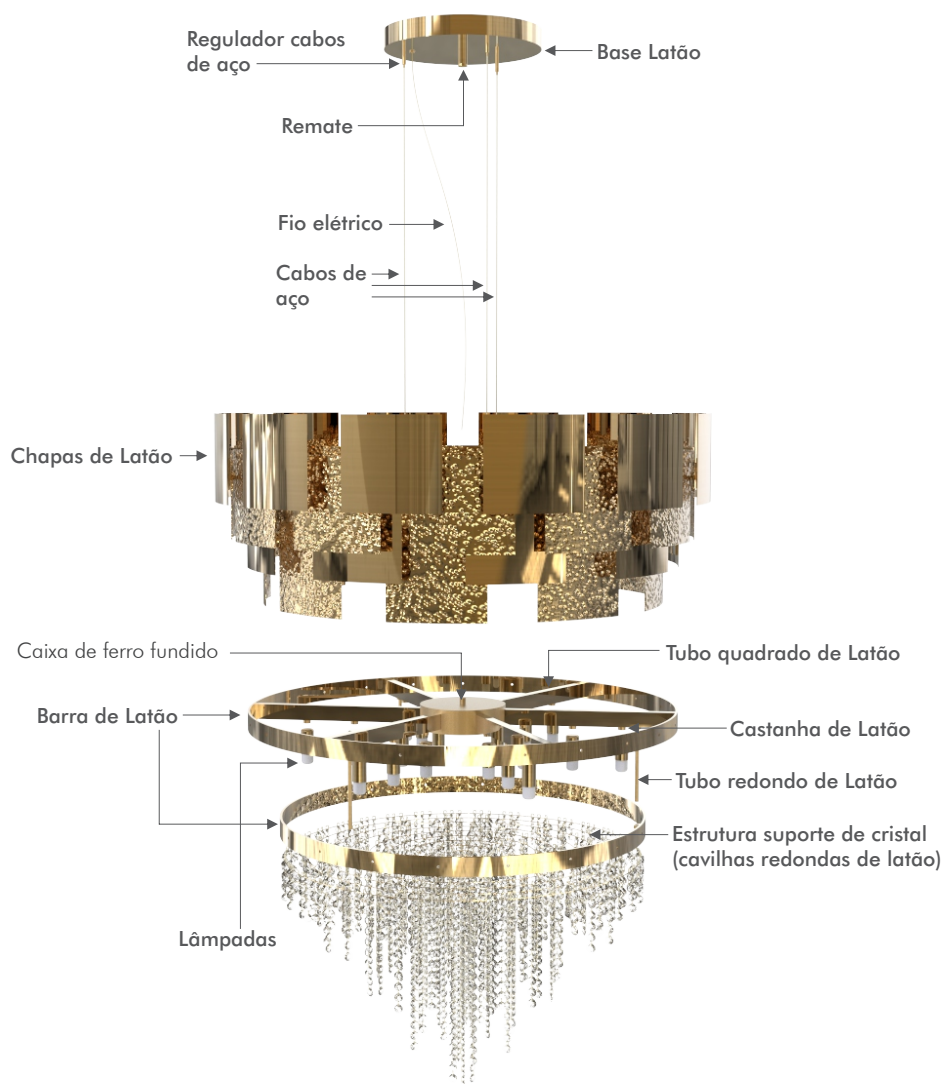


FIGURA 37 - Modelação 3D relativa aos componentes do produto 2.

### 5.2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados no produto 2 correspondem aos mesmos utilizados no produto 1: latão e ferro. Só existiu variação na quantidade de metal que se utilizou no projeto. Ainda assim, a informação relativa aos materiais utilizados encontra-se na página 60 (Tabela 13).

### 5.2.2 PROCESSOS DE FABRICO

Os processos de fabrico utilizados para criar o produto 2 são exatamente iguais aos que foram utilizados no produto 1. A ordem é a mesma, os materiais são os mesmos e os processos também. Ainda assim, as figuras seguintes pretendem ilustrar e relembrar todos os processos envolvidos na criação deste candeeiro.

De forma a facilitar a descrição do processo de fabrico do produto 2, dividiram-se os componentes que o constituem em quatro partes. As figuras 38, 39, 40 e 41 representam essas partes e identificam o material e as dimensões correspondentes a cada uma. Posto isto, as três partes que constituem o produto 2 são:

- Chapas e tubos (parte 1);
- Barras e cavilhas (parte 2);
- Caixa, tubos e cavilhas (parte 3);
- Barras e cavilhas (parte 4).

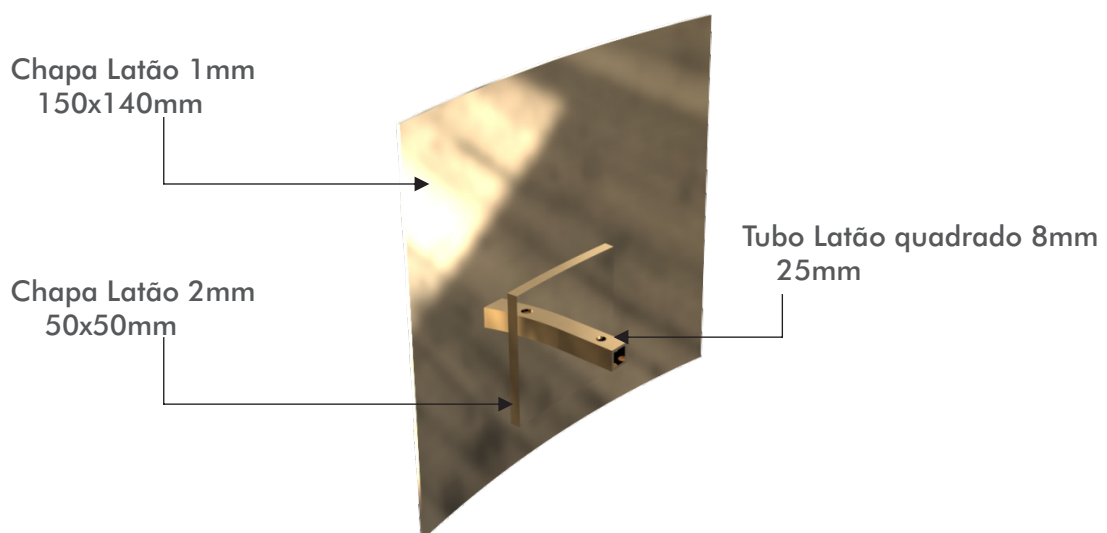


FIGURA 38 - Modelação 3D relativa às chapas e tubos de latão, produto 2.

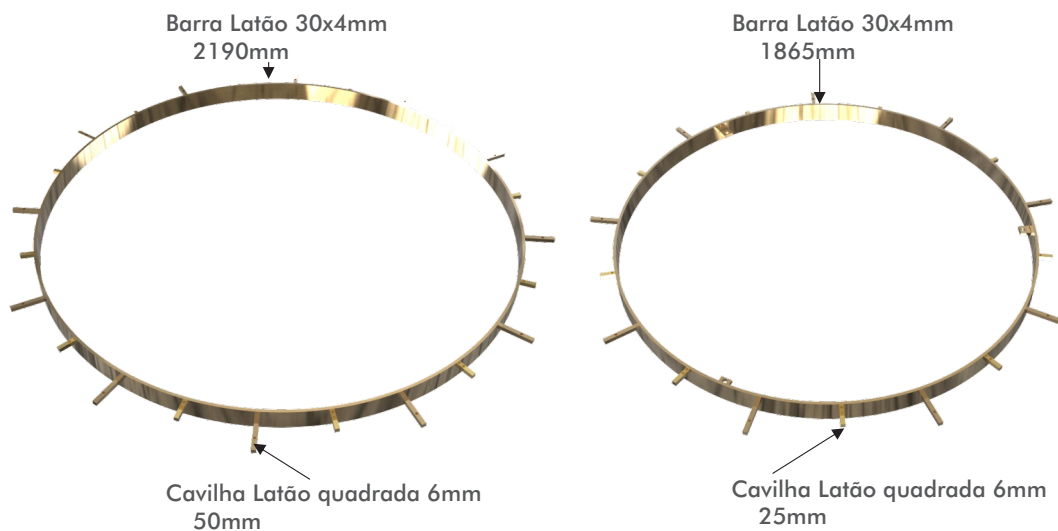


FIGURA 39 - Modelação 3D relativa às barras e cavilhas de latão, produto 2.

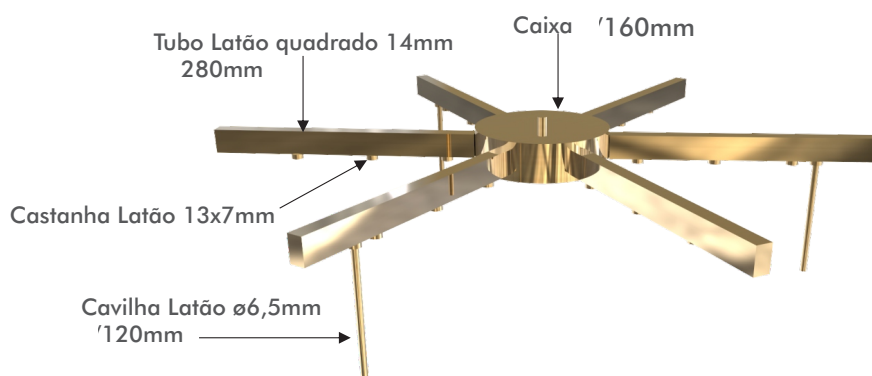


FIGURA 40 - Modelação 3D relativa à caixa de ferro, tubos e cavilhas de latão, produto 2.

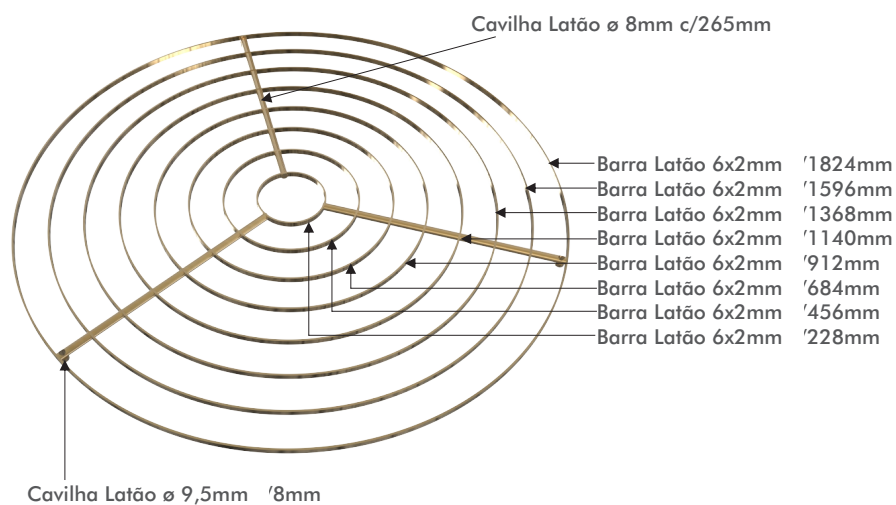


FIGURA 41 - Modelação 3D relativa às barras e cavilhas de latão, produto 2.

### 5.3 PRODUTO 3 – DESENVOLVIMENTO DE UM APLIQUE DE PAREDE DE LUXO

Após todo o processo de construção do produto 1 e 2, surgiu a necessidade de criar um novo modelo de iluminação que servisse de complemento à coleção. Desse modo, apareceu a oportunidade de criar um aplique de parede (Figura 42).

Com o intuito de aproveitar algumas chapas utilizadas no produto 1, aproveitaram-se as medidas utilizadas nesse produto e criou-se uma disposição diferente. Desde logo, a utilização das chapas com as mesmas dimensões foi posta de parte, porque se pretendia uma iluminação dinâmica.

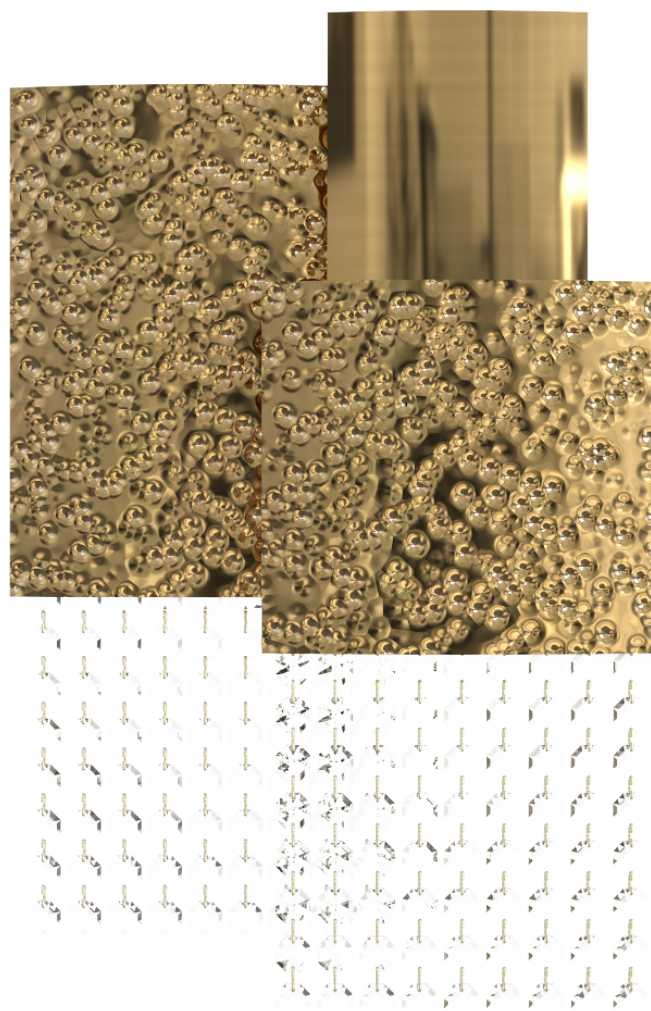


FIGURA 42 - Modelação 3D relativa ao produto 3.



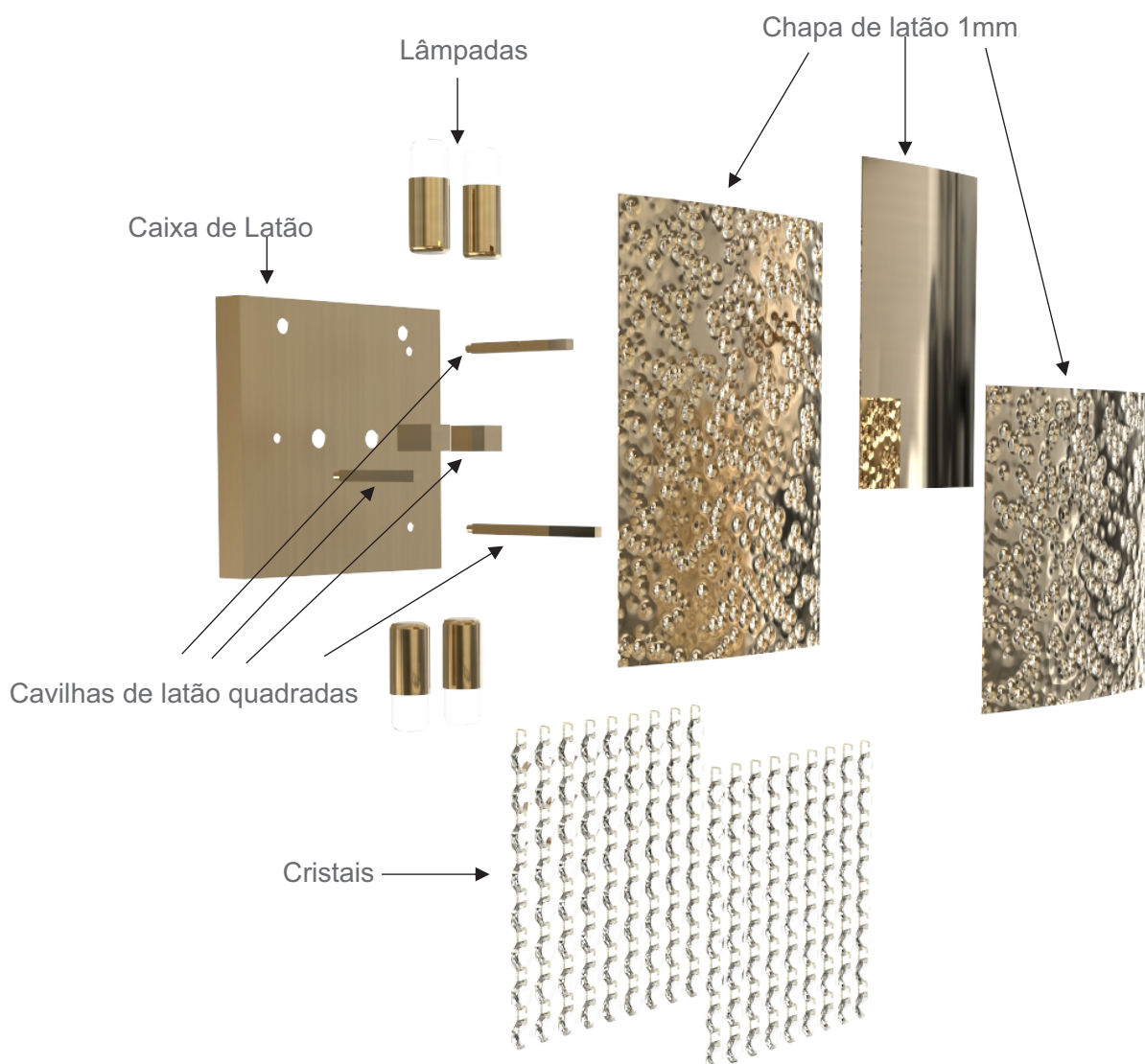


FIGURA 43 - Modelação 3D relativa aos componentes do produto 3.

### 5.3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

O produto 3 só utilizou o latão, enquanto material base. Foram utilizadas três chapas de latão de 1mm, três chapas de latão de 2mm, três tubos de latão quadrados de 8mm, três cavilhas de latão quadradas de 6mm e duas de 14mm, e uma caixa de latão com 150x150x20mm (Figura 43).

O aspeto e propriedades dos materiais utilizados no produto 3 podem ser consultados na página 60 (Tabela 13).

### 5.3.2 PROCESSO DE FABRICO

O processo de fabrico do produto 3 divide-se, apenas, em duas partes: chapas e tubos (parte 1) e caixa e cavilhas (parte 2). É de notar que o processo da parte 1 já se encontra descrito no produto 1 (Tabela 14, Página 63): as chapas têm o mesmo tamanho e o processo é exatamente igual.

A parte 2 utiliza os mesmos processos de fabrico utilizados nos produtos anteriores, no entanto, considera-se relevante descrever o processo, ainda que de forma sucinta (Figura 44).

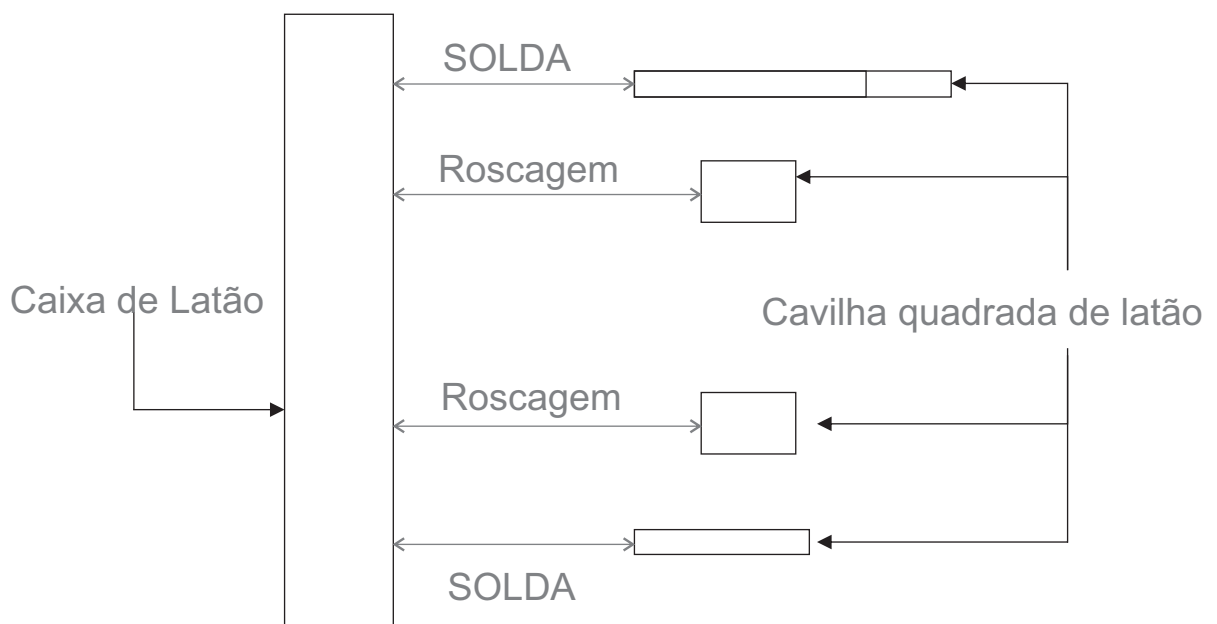


FIGURA 44 - Enumeração de componentes relativos ao produto 3.

Na tabela seguinte, onde está representada a parte 2 do produto 3, os processos de fabrico utilizados para a conclusão dessa parte são enumerados pela seguinte ordem: corte, furação e brasagem (Tabela 20).



TABELA 19 - Componentes e processo de fabrico da parte 2.

PARTE 2	
DESENHO	COMPONENTES
	 <b>CAVILHA LATÃO</b>  <b>CHAPAS LATÃO</b>
ENUMERAÇÃO DO PROCESSO	MÁQUINAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS
<p>Furação da caixa e cavilhas de latão;</p> <p>Corte de cavilhas de latão;</p> <p>Brasagem dos componentes.</p>	 <b>SERRA</b>  <b>FURADEIRA</b>  <b>BRASAGEM</b>

Após esse processo, veio a furação da caixa de latão, criada a partir de uma chapa de latão de 2mm e, das cavilhas de latão quadradas de 6mm e de 14mm.

A caixa foi furada com brocas de  $\varnothing 10\text{mm}$  e  $\varnothing 5\text{mm}$ , para apertar parafusos com roscas M11 e M6, respetivamente. As cavilhas de latão quadradas de 14mm foram furadas com brocas de  $\varnothing 10\text{mm}$ , de uma extremidade à outra. Estas cavilhas têm a função de passar fios elétricos. As cavilhas de latão de 6x6mm sofreram a furação com uma broca de  $\varnothing 3,5\text{mm}$  para parafuso com rosca M4.

As cavilhas de latão de 14x14mm foram unidas à caixa através da brasagem forte por capilaridade, utilizando a solda prata de 30%. Utilizou-se o mesmo processo para as

restantes cavilhas de 6x6mm. Todos os componentes ficaram fixos na caixa, impedindo o movimento ou rotação de algum.

## 5.4 PROCESSOS DE ACABAMENTO

Durante os processos de fabrico referidos, os materiais ganham quantidades avultas de lixo, gorduras e pós que dificilmente se retiram sem a correta utilização de produtos próprios de limpeza. Dessa forma, em todos os componentes criados, foi realizado um processo de acabamento que passou por várias fases: desde a limpeza, à fase dos banhos e de secagem dos componentes (Figura 45).



FIGURA 45 - Conjunto de imagens dos processos de acabamento de todos os produtos.

Antes de se efetuar o polimento, as peças foram submersas em ácido sulfúrico para ficarem livres de gorduras e de sujidade. O polimento foi efetuado através da ação de um motor de polir e do trabalhador que, minuciosamente, foi retificando a peça para decidir quando esta se encontrasse devidamente polida (aspeto brilhante e uniforme). Quando o processo de polimento se concluiu, cada componente passou pelo seguinte processo:

- Banho de desengordurante;
- Banho de ácido nítrico;

- Banho de água;
- Banho de níquel;
- Banho de água;
- Secagem;
- Banho de água;
- Banho de ouro;
- Secagem;
- Aplicação de verniz;
- Secagem.

A secagem deu-se sempre que as chapas levaram um banho de acabamento (ouro, níquel ou verniz). Após cada banho (níquel e ouro), as chapas foram a um forno para secarem mais rapidamente. Quando os componentes se encontraram devidamente secos, foram deixados a repousar para arrefecerem e serem limpos e condicionados em caixas de madeira.

Por norma, os candeeiros são montados e embalados assim, de forma a causar menor transtorno aos clientes.

## 5.5 ANÁLISE DE CUSTOS

Para que os produtos se tornassem economicamente viáveis e pudessem ser integrados no mercado de luxo, foi necessário realizar uma análise dos custos envolvidos em todo o processo de desenvolvimento. É de notar que, apesar do mercado de iluminação de luxo vender produtos a um preço avultado, não quer isso dizer que a produção seja realizada de forma despreocupada. Um dos objetivos do trabalho era a utilização de menos matéria prima, não só pelas razões que dizem respeito a éticas sustentáveis, mas também para beneficiar a empresa, que deseja ter boas margens de lucro.

A tabela 20 representa os custos do produto 1. O preço total do candeeiro é de 763 euros (Tabela 20, página 88). A tabela 21 representa os custos do produto 2. O preço total do candeeiro é de 733 euros (Tabela 21, página 89). Visto que o objetivo ao realizar o produto 2 passou por simplificar as formas dos componentes, de maneira a reduzir tempo de produção, nota-se que esse objetivo foi concluído: reduziu-se o tempo de fabrico e montagem em 51 minutos. Por consequência, reduziu também o preço total do candeeiro, fator importantíssimo e valorizado pela empresa. O facto de se utilizar menos chapa, também fez com que o preço reduzisse.

A tabela 22 apresenta os custos do aplique de parede - produto 3. O preço total do aplique é de 123 (Tabela 22, página 90). Neste caso, é o tempo de produção e montagem que mais pesa, porque, relativamente aos materiais e aos componentes utilizados, estes estão presentes numa quantidade reduzida.

TABELA 20 - Custos do produto 1.

CUSTOS PRODUTO 1			
NOME	QTD.	VALOR UNI.	TOTAL (EUROS)
Barra Latão 30x4mm	4,06 m	6,1330	24,9061
Barra Latão 6x2mm	8,80 m	0,8469	7,4553
Chapa Latão 1,5mm	0,88 m	87,9750	77,5940
Chapa Latão 2mm	0,11 m	111,5400	11,7117
Cavilha Latão Quadrada 6mm	1,91 m	1,7722	3,3867
Cavilha Latão ø6mm	0,48 m	1,2206	0,5859
Cavilha Latão ø5mm	1,46 m	0,9278	1,3527
Tubo Latão Quadrado 14x1mm	1,70 m	3,2000	5,4336
Tubo Latão Quadrado 8x1mm	1,18 m	2,7489	3,2327
Tubo Latão ø9,5x1mm	1,23 m	1,9080	2,3583
Caixa Ferro 160mm	1 UNI.	3,8250	3,8250
Disco 160x2mm	2 UNI.	3,0754	6,1508
Castanha Latão 13x7mm	18 UNI.	0,2028	3,6504
Remate 14x13mm	3 UNI.	0,1600	0,4800
Regulador cabo aço 12x24mm	3 UNI.	0,8719	2,6157
Base Latão 200x183x8mm	1 UNI.	3,7750	3,7750
Disco Laser 4mm ø245mm	1 UNI.	1,9000	1,9000
Parafuso M3X5	42 UNI.	0,0150	0,6300
Recor M10 10mm	18 UNI.	0,0968	1,7424
Recor M10 20mm	7 UNI.	0,0130	0,0910
Recor M10 30mm	1 UNI.	0,0176	0,0176
Porca 13x4mm	9 UNI.	0,0118	0,1062
OUTROS COMPONENTES	-	-	207,5867
TEMPO PRODUÇÃO & MONTAGEM (MINUTOS)	1385	0,1800	249,3
SOLDA PRATA 30%	5 UNI.	4,0000	20,0000
BANHO OURO	100,00	0,7375	73,7500
VERNIZ	1000,0	0,0202	20,2000
TOTAL			763,5398

TABELA 21 - Custos do produto 2.

CUSTOS PRODUTO 2			
NOME	QTD.	VALOR UNI.	TOTAL (EUROS)
Barra Latão 30x4mm	2,23 m	6,3300	14,1349
Barra Latão 6x2mm	6,94 m	1,0890	7,5577
Chapa Latão 1,5mm	1,08 m	87,9750	95,0130
Chapa Latão 2mm	0,12 m	111,5400	13,3848
Cavilha Latão Quadrada 6mm	2,08 m	1,7722	3,7004
Cavilha Latão ø6mm	0,48 m	1,2206	0,5859
Cavilha Latão ø5mm	1,57 m	0,9278	1,4585
Tubo Latão Quadrado 14x1mm	1,62 m	2,8500	4,6170
Tubo Latão Quadrado 8x1mm	1,34 m	2,7489	3,6945
Tubo Latão ø9,5x1mm	1,23 m	1,9080	2,3583
Caixa Ferro 160mm	1 UNI.	3,8250	3,8250
Disco 160x2mm	1 UNI.	3,0754	3,0754
Castanha Latão 13x7mm	18 UNI.	0,2028	3,6504
Remate 14x13mm	3 UNI.	0,1600	0,4800
Regulador cabo aço 12x24mm	3 UNI.	0,8719	2,6157
Base Latão 250x233x10mm	1 UNI.	5,0400	5,0400
Disco Laser 4mm ø245mm	1 UNI.	1,9000	1,9000
Parafuso M3X5	48 UNI.	0,0150	0,7200
Recor M10 10mm	18 UNI.	0,0968	1,7424
Recor M10 20mm	7 UNI.	0,0130	0,0910
Recor M10 30mm	1 UNI.	0,0176	0,0176
Porca 13x4mm	12 UNI.	0,0118	0,1416
OUTROS COMPONENTES	-	-	251,2652
TEMPO PRODUÇÃO & MONTAGEM (MINUTOS)	1100	0,1800	198,0000
SOLDA PRATA 30%	5 UNI.	4,0000	20,0000
BANHO OURO	100,00	0,7375	73,7500
VERNIZ	1000,0	0,0202	20,2000
		TOTAL	733,8378

TABELA 22 - Custos do produto 3.

CUSTOS PRODUTO 3			
NOME	QTD.	VALOR UNI.	TOTAL (EUROS)
Chapa Latão 1,5mm	0,07 m	87,9750	5,9383
Chapa Latão 2mm	0,04 m	111,5400	4,8631
Cavilha Latão Quadrada 6mm	0,24 m	1,7722	0,4236
Cavilha Latão Quadrada 14mm	0,06 m	8,5833	0,4807
Cavilha Latão Quadrada 16mm	0,07 m	11,8083	0,8502
Tubo Latão Quadrado 08x1mm	0,08 m	2,7489	0,2309
Barra Latão 06x2mm	0,29 m	0,8469	0,2422
Remate 14x13mm	2 UNI.	0,1600	0,3200
Chapa de Fixação	1 UNI.	0,4250	0,4250
OUTROS COMPONENTES	-	-	4,3945
TEMPO PRODUÇÃO & MONTAGEM (MINUTOS)	420	0,1800	90,0000
SOLDA PRATA 30%	0,25	4,0000	1,0000
BANHO OURO	16,00	0,7375	11,80000
VERNIZ	160	0,0202	3,2320
		TOTAL	123,4005



## 5.6 MONTAGEM DE COMPONENTES ELÉTRICOS

Embora a presente dissertação se tenha focado na investigação de processos e planificação de produtos, considera-se relevante indicar os componentes elétricos que são necessários para o funcionamento dos candeeiros. O conjunto de imagens que se segue descreve o processo de montagem do produto 2, onde revela os componentes elétricos utilizados (Figura 46 e 47). É de notar, que a montagem dos outros produtos é idêntica.

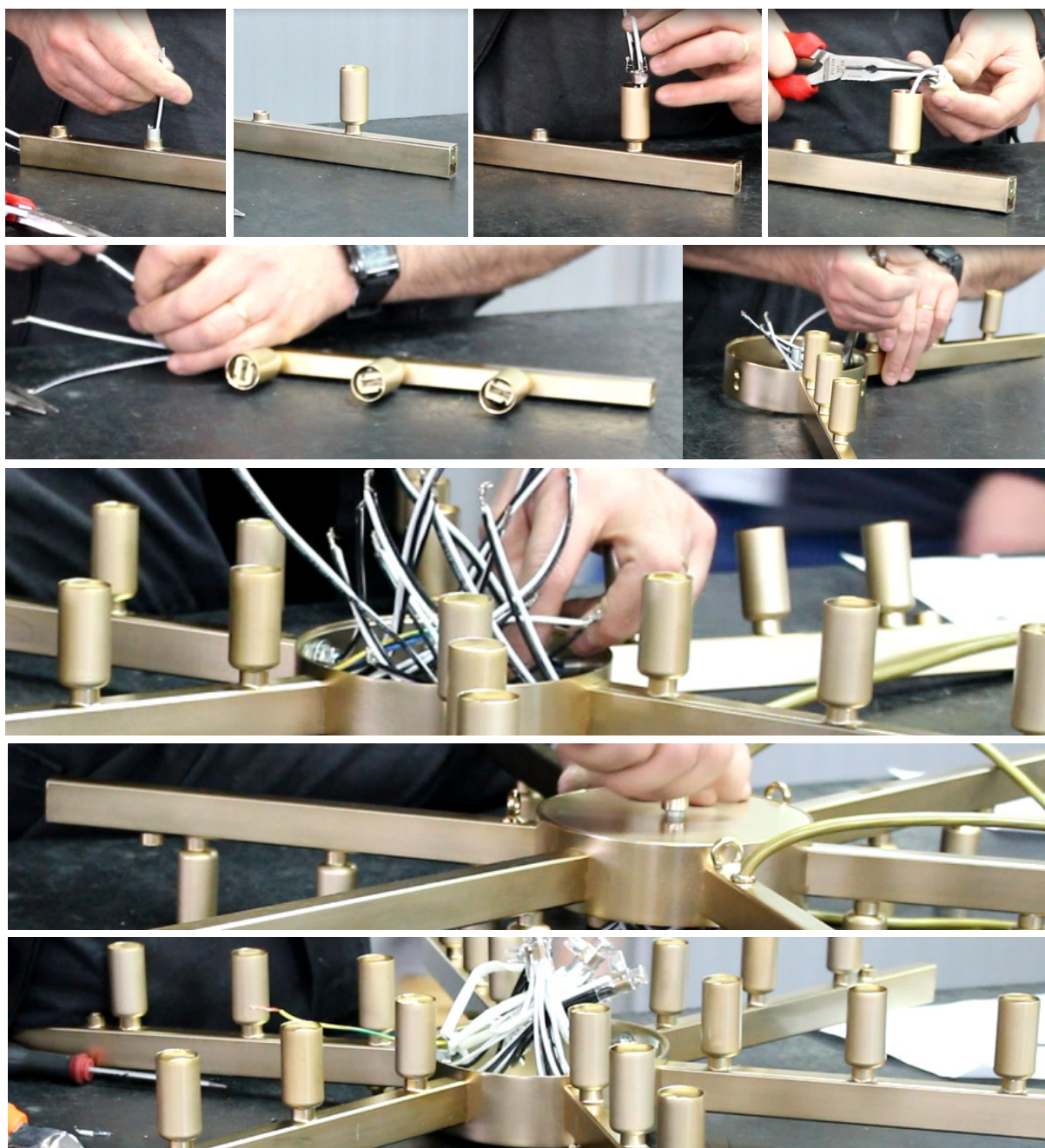


FIGURA 46- Conjunto de imagens do processo de montagem dos componentes do produto 2.



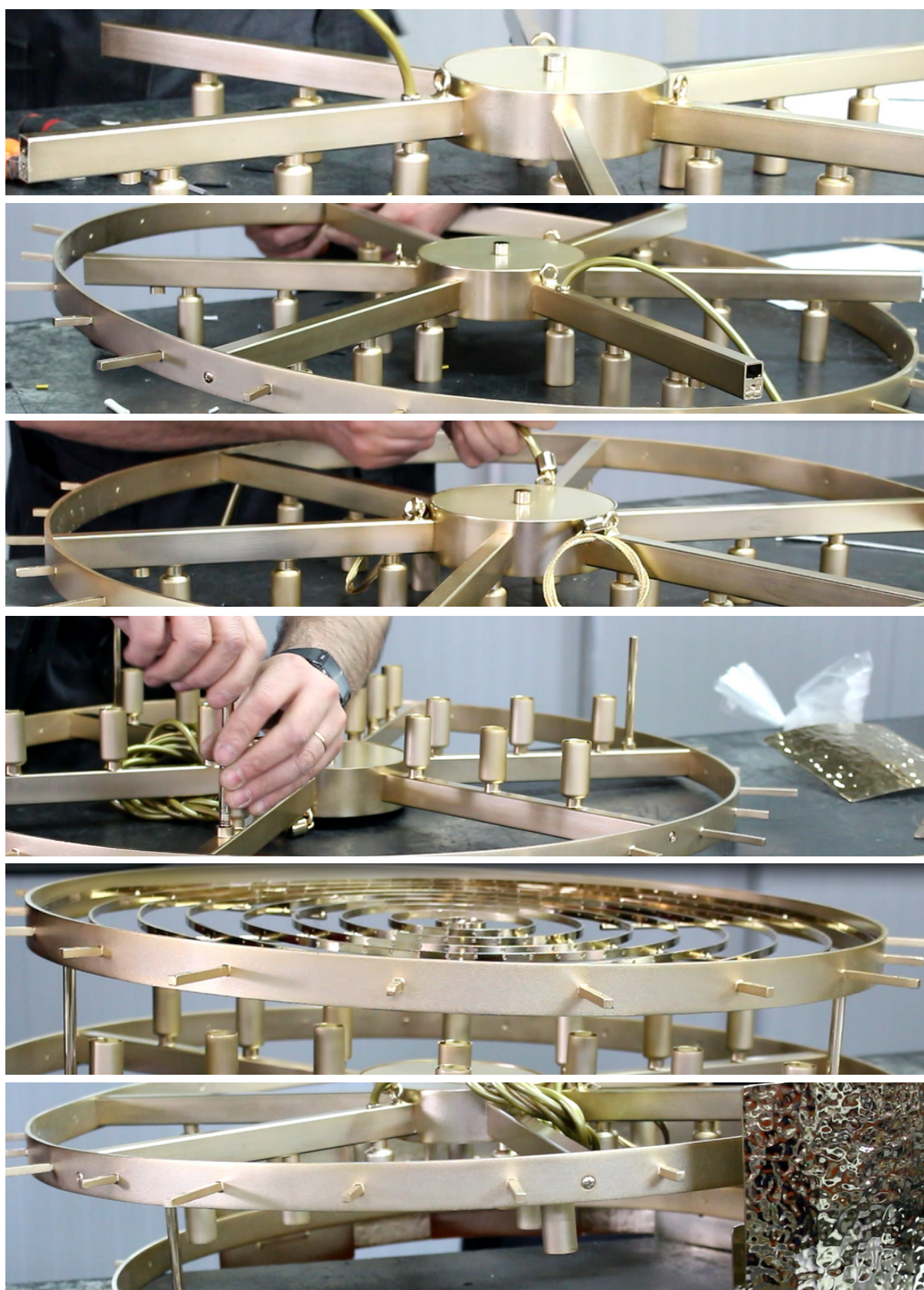


FIGURA 47- Conjunto de imagens do processo de montagem dos componentes do produto 2.

De forma resumida, a montagem descreve-se pela seguinte ordem:

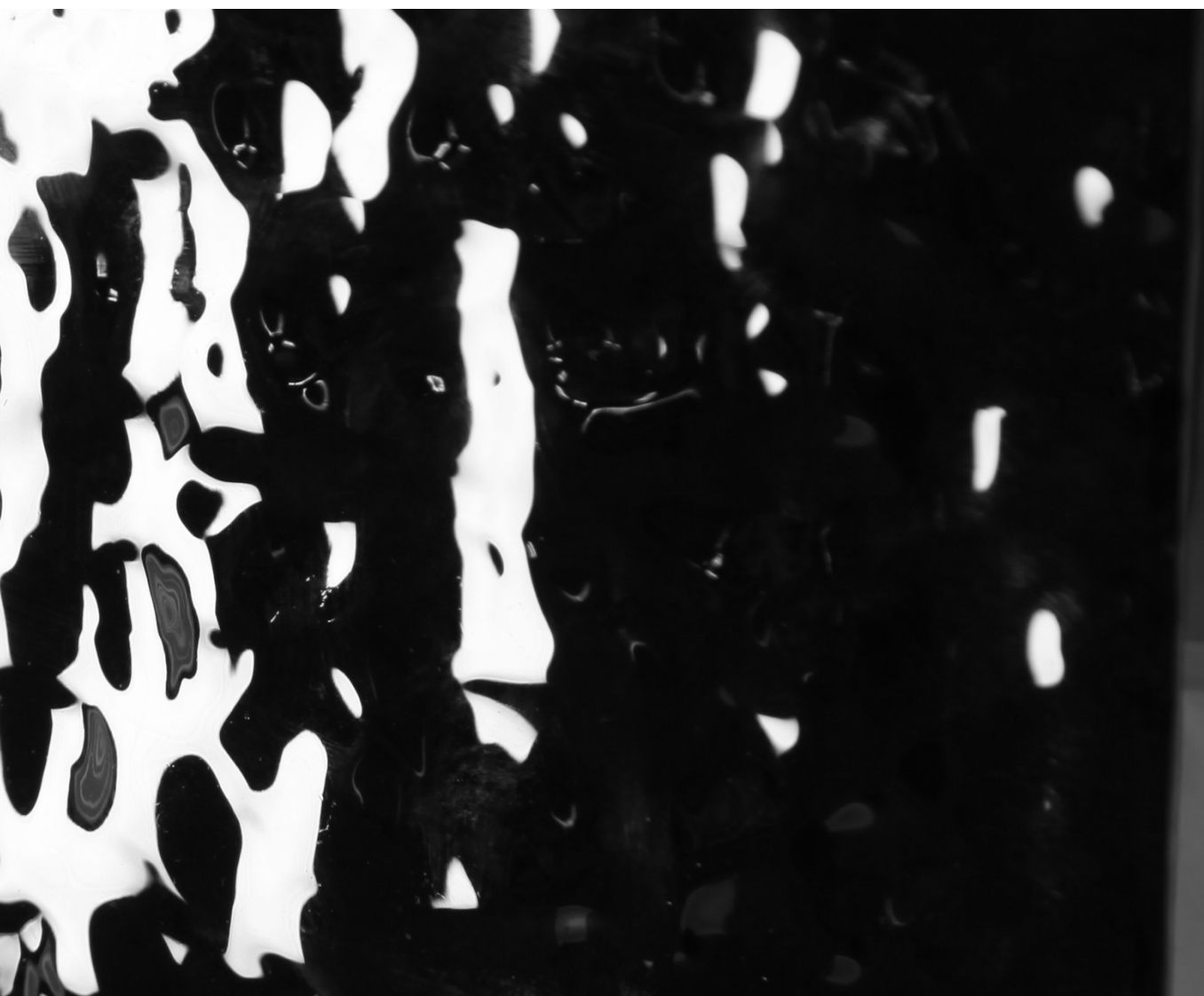
- Colocação dos cabos elétricos em cada castanha de latão;
- Inserção do copo de latão;
- Aperto do suporte do composto elétrico na castanha de latão, fixando todas as partes;
- Introdução dos cabos elétricos até ao fundo do copo;
- Colocação dos cabos elétricos para fora;
- Inserção dos cabos elétricos nos furos da caixa de ferro e fixação através de recor M10 20mm, anilha com recartilha e porca;
- Separação de cabos elétricos por cor;
- Adição do disco de latão e remate;
- Colocação de ligador em todos os conjuntos de fios;
- Emprego do segundo disco e remate;
- Imobilização da barra de latão com parafusos de latão M6x16mm;
- Colocação de cabos de aço e respetivos travões;
- Aperto das cavilhas de altura;
- Fixação da barra de latão e da estrutura para cristais nas cavilhas de altura com parafusos de latão M3x10mm;
- Estabilização das chapas na estrutura, através da roscagem de parafusos M3x5 nos tubos e cavilhas quadradas.



# 6 CAPÍTULO

## PROTÓTIPOS E RENDERS







## 6.1 PRODUTO 1 - DESENVOLVIMENTO DE UMA SUSPENSÃO DE LUXO

O produto 1 foi apresentado na feira Maison et Object, em Paris, França. Este modelo foi vendido na feira e foi um dos mais requisitados. Só se produziu um candeeiro do produto 1, visto existir a necessidade de alteração do projeto.

### PROTÓTIPO



FIGURA 48 - Fotografia do produto 1 na Feira Maison et Object, em Paris, França.

RENDER



FIGURA 49 - Render do produto 1.

## 6.2 PRODUTO 2 - MELHORIA DO PRODUTO 1

O produto 2 foi apresentado na feira Isaloni, em Milão, Itália. Foi novamente um dos candeeiros mais requisitados do “Stand” da empresa Castro Lighting. Até ao momento, foram produzidos 17 candeeiros do produto 2, existindo mais encomendas em vista.

### PROTÓTIPO



FIGURA 50 - Fotografia do produto 2 na Feira ISALONI, em Milão, Itália.



RENDER



FIGURA 51 - Render do produto 2.

## 6.3 PRODUTO 3 - DESENVOLVIMENTO DE UM APLIQUE DE PAREDE DE LUXO

O produto 3 foi apresentado na feira Isaloni, em Milão, Itália. Até ao momento, foram produzidos 7 candeeiros do produto 3, existindo mais encomendas em vista.

### PROTÓTIPO



FIGURA 52 - Fotografia do produto 3.

## RENDER

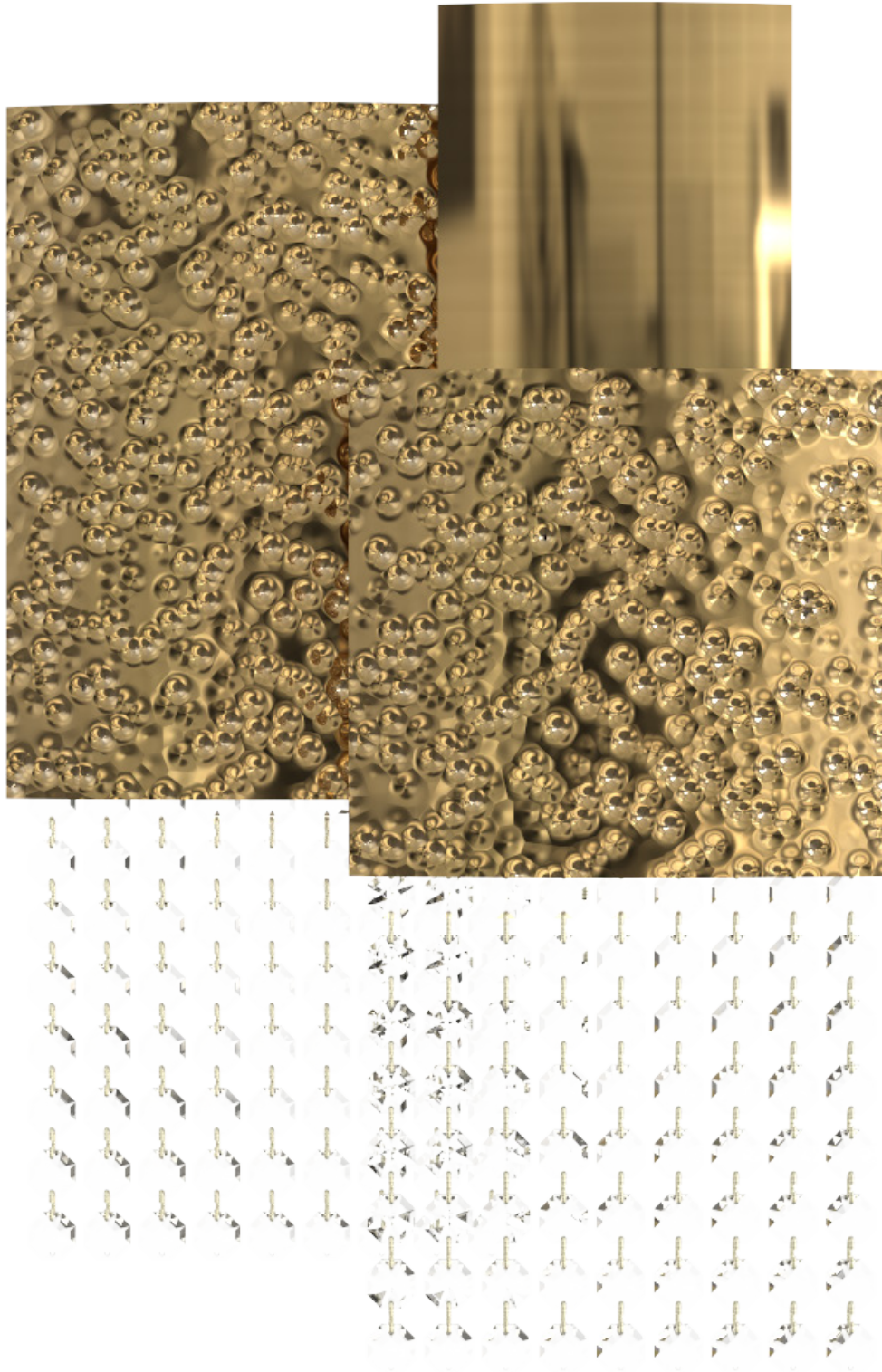


FIGURA 53 - Render do produto 3.



## 6.4 PUBLICAÇÃO DOS PRODUTOS 2 E 3 EM REVISTA



FIGURA 54 - Publicação dos produtos 2 e 3 numa revista da Russia.

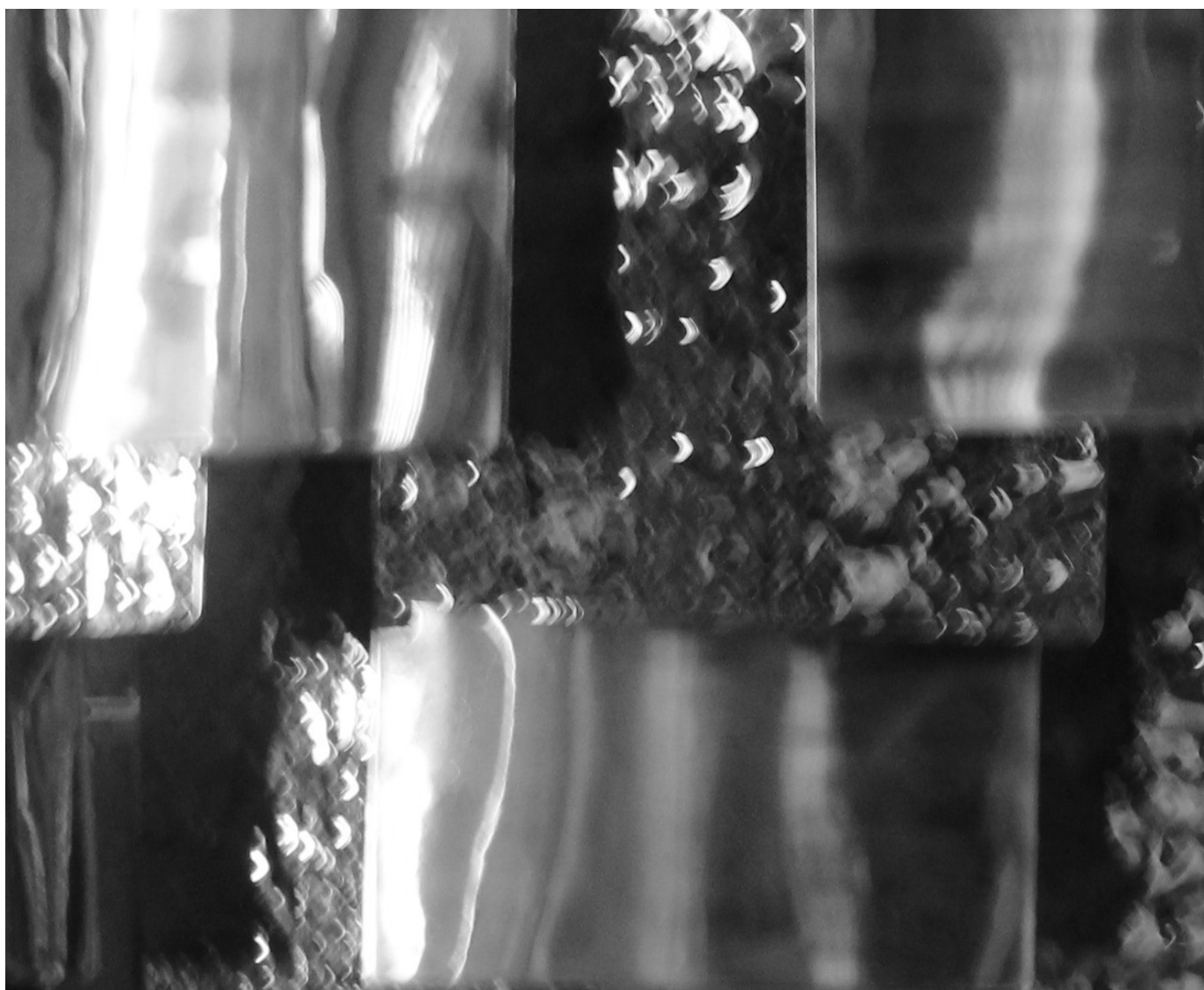


# 7

CAPÍTULO

CONSIDERAÇÕES

# FINAIS





## 7.1 CONCLUSÃO

A indústria da iluminação de luxo gera desperdícios que, em grande parte das vezes, são descartados, sem que haja soluções de aproveitamento dos materiais. Como a maioria dos candeeiros de luxo são produzidos através de materiais metálicos, embora possa haver a reciclagem dos retalhos, a planificação de modo a aproveitar o material da melhor forma, gerando menos desperdícios, é uma solução relevante.

Após constatação de que as questões ligadas à produção sustentável não eram, normalmente, consideradas pelo setor da iluminação de luxo, gerando desperdícios metálicos de grandes dimensões, surgiu o interesse de combater essas práticas através da realização de 3 candeeiros de luxo com o intuito de procurar soluções de fabrico onde o desperdício fosse menor.

Pode-se constatar, através da revisão da literatura, que os candeeiros de luxo adotavam formas distintas e que os acabamentos eram maioritariamente a ouro. Também se recolheram exemplos de iluminações de luxo realizadas através de vários desperdícios, no entanto, o mesmo modelo não poderia ser produzido em larga escala, tornando-se assim uma desvantagem.

Através do caso de estudo realizado na Fábrica Candeeiros M A F Castro, S.A. houve a perceção da quantidade de desperdícios que alguns processos de fabrico geravam. Houve também a troca de ideias dos possíveis projetos que se poderiam criar, sendo que a utilização de desperdícios metálicos para a concretização de uma nova iluminação, estava fora de questão, pois iria gerar ainda mais desperdícios à empresa.

Logo após o caso de estudo e várias discussões com elementos da empresa, iniciou-se uma investigação para calcular as formas de corte que causariam menor desperdício. Aqui foi contabilizado o processo de corte que estava disponível na empresa: o corte por guilhotina. As formas que se podem criar neste processo são reduzidas, não havendo outra alternativa senão optar por: formas quadrangulares e retangulares. As formas circulares foram descartadas porque representariam mais desperdício de chapa, inviabilizando o objetivo principal da dissertação.

De forma a testar a metodologia de corte realizada anteriormente, foram criados 3 produtos de iluminação de luxo. O produto 1 utilizou 3 medidas diferentes de chapa. Apesar das



medidas serem calculadas para aproveitar a maior parte da chapa de latão, o processo de fabrico demorou demasiado tempo a ser concretizado. Dessa forma, tornou-se necessário fazer uma revisão dos componentes do produto e modificá-lo de forma a minimizar os materiais utilizados e tempo de produção. Estas características também fazem parte da produção sustentável. O produto 2 surgiu assim, como melhoria do produto 1. As medidas das chapas foram alteradas para uma medida só. Esta alteração simplificou o processo de fabrico e conseguiu uma redução significativa de tempo de produção. O produto 3 surgiu como forma de complemento à coleção. Com base nos dois produtos realizados anteriormente, foi criado um aplique de parede, utilizando as mesmas dimensões das chapas do produto 1. Considerou-se interessante a junção dos 3 elementos, que, neste produto de dimensões tão reduzidas, não iriam criar obstáculos à produção ou setor de montagem.

De acordo com a metodologia realizada, os protótipos validaram o objetivo da dissertação: criar produtos de iluminação de luxo considerando os princípios da sustentabilidade. O tempo de produção (comparando o produto 1 ao produto 2) foi reduzido em 51 minutos, o que implica a redução de energia, mão-de-obra, desgaste de máquinas, entre outros.

A planificação do corte de materiais permitiu reduzir o desperdício adjacente aos processos. A estrutura do candeeiro é desmontável, de forma a ser facilmente transportada e descartada. Foi utilizado o mesmo material na totalidade da estrutura, para que a reciclagem fosse facilitada. Os processos de fabrico manuais, implicaram um uso menor de energia e eliminaram alguns produtos poluentes, utilizados noutros processos industriais.

Considerando todo o trabalho apresentado, assegura-se a possibilidade de criar luminárias de luxo, que são adquiridas pelos clientes. O produto 1 foi vendido no dia da feira ISALONI, em Milão; venderam-se, até ao momento, 17 candeeiros do produto 2 e o produto 3 teve cerca de 7 vendas, até agora. Deste modo, crê-se que a utilização de princípios de Ecodesign na estruturação e criação de projetos de iluminação de luxo é viável e, mais que isso, requerida.

Apesar da concretização dos objetivos propostos inicialmente, existem aspetos que podem e devem ser considerados, de forma a melhorar todos os produtos. De forma a gerar alguma intervenção futura, irão ser referidas algumas alterações.

## 7.2 PERSPETIVAS FUTURAS

Apesar da aprendizagem realizada ao longo desta dissertação, existem outras abordagens que podem ser consideradas. Pressupondo que o presente estudo não está terminado, porque existem sempre aspetos a melhorar, são apresentadas algumas deliberações para trabalhos futuros:

- Concretizar uma iluminação de luxo em que as dimensões do candeeiro são geradas pelas dimensões dos materiais a utilizar, pondo de parte as medidas convencionais;
- Aprofundar o estudo acerca de projetos de design e empresas que consideram princípios de Ecodesign em todo o processo de desenvolvimento de um produto, visto ser uma área fracamente explorada;
- Criação de uma linha de iluminação (candeeiro suspensão, candeeiro de parede e candeeiro de chão), considerando a matéria prima na sua totalidade;
- Procurar alternativas viáveis para os desperdícios já existentes, de forma a não inviabilizar os princípios do Ecodesign.



## BIBLIOGRAFIA

- Ahuvia, A. C., & Wong, N. Y. (1998). Personal taste and family face: Luxury consumption in confucian and western societies. *Psychology and Marketing*, 15(5), 423-441.
- Allwood, J. (2012). Sustainable materials – with both eyes open. The future in practice. The state of sustainability leadership.
- Alzaga, C. F. (2010). Facaro. Retrieved from <http://www.facaro.com/about.html>
- Ashby, M., & Johnson, K. (2003). The Art of Materials Selection. *Materials Today*.
- Ashby, M. F. (2008). *Materials and Product Design*. Granta Design Limited, 2.
- Ayres, R. U. (1997). Metals recycling: economic and environmental implications. *Resources, Conservation and Recycling*, 21(3), 145-173. doi:[https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(97\)00033-5](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(97)00033-5)
- Barry. (2010). The Hierarchy of Human Needs: Maslow's Model of Motivation. Retrieved from <http://personalityspirituality.net/articles/the-hierarchy-of-human-needs-maslows-model-of-motivation/>
- Bell, S., & Morse, S. (2008). *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?* (Vol. 2). USA.
- Bhamra, T. A. (2004). Ecodesign: the search for new strategies in product development. *Journal of Engineering Manufacture*, 218(5).
- Brocchi, E. d. A. Os Metais: Origem e Principais Processos de Obtenção Retrieved 12/05/2017 [http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_os\\_metalis.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_os_metalis.pdf)
- Brower, C., Mallory, R., & Ohlman, Z. (2009). *Experimental Eco-Design*. United Kingdom: RotoVision SA.
- Cassaniti, M. (2015/ 2016). *Luxury consumption and sustainability*. (Corso Magistrale

Economia e Direzione delle Imprese Cattedra Trade and Retail Marketing), Libera Università Internazionale Degli Studi Sociali. Retrieved from <http://tesi.eprints.luiss.it/16504/1/659241.pdf>

Chen, Y., Santos, A., Ho, D., Wang, Y., Kumeria, T., Li, J., . . . Losic, D. (2015). On The Generation of Interferometric Colors in High Purity and Technical Grade Aluminum: An Alternative Green Process for Metal Finishing Industry. *Electrochimica Acta*, 174, 672-681. doi:<http://doi.org/10.1016/j.electacta.2015.06.066>

Costa, V. (2008). Ligas Metálicas: estrutura, propriedades e conservação de objetos culturais. *Ligas Metálicas: Investigação e conservação* (Vol. 2, pp. 13). Porto: Universidade do Porto. Faculdade de Letras. Departamento de Ciências e Técnicas do Património.

Davis, M. L., & Masten, S. J. (2014). *Principles of Environmental Engineering and Science* (1 ed.). New York: McGraw-Hill Global Education

Designs, M. M. (2017). About Michael McHale Designs. Retrieved from <https://michael-mchaledesigns.com/pages/about>

Divya. (2016). Top 10 Most Expensive Wood in the World. Retrieved from <https://www.teninsider.com/top-10-most-expensive-wood-in-the-world/>

Dormer, P. (1991). *The meanings of modern design towards the twenty-first century*. London: Thames and Hudson.

Finkbeiner, M., Schau, E. M., Lehmann, A., & Traverso, M. (2010a). Towards Life Cycle Sustainability Assessment. *Sustainability*, 2(10). doi:10.3390/su2103309

Flores, C. B. (2009). La producción artesanal. *Visión Gerencial*, 1, 15.

Forstner, U., & Wittmann, G. T. W. (1983). *Metal Pollution in the Aquatic Environment* (2 ed.). New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Gardetti, M. A., & Girón, M. E. (2016). *Sustainable Luxury and Social Entrepreneurship* (Vol. 2). United Kingdom: Greenleaf Publishing Limited.

Gong, S., D'Alessandro, S., & Johnson, L. W. (2016). Exploring luxury value perceptions

in China. *International Journal of Market Research*, 58(5), 711-731. doi:10.2501/IJMR-2016-021

Harvey, P., Casella, E. C., Evans, G., Knox, H., McLean, C., Silva, E. B., . . . Routledge, K. W. (2014). *Objects and Materials*. London Routledge.

Hastings, L. (2013, 5 December). *Facaro's Sustainable Chandeliers*. OC WEEKLY.

Hennigs, N., Wiedmann, K.-P., Klarmann, C., & Behrens, S. (2013). Sustainability as Part of the Luxury Essence

Delivering Value through Social and Environmental Excellence. *Journal of Corporate Citizenship*(52).

INETI. (2000). *Guia Técnico Sectorial. Setor da Metalurgia e Metalomecânica*. Lisboa.

Kapferer, J.-N. (2010). All that Glitters is not Green: The challenge of sustainable luxury. *The European Business Review*, 40-45.

Kapferer, J.-N., & Michaut-Denizeau, A. (2013). Is luxury compatible with sustainability? Luxury consumers'viewpoint. *Journal of Brand Management*.

Kapferer, J.-N., & Michaut, A. (2015). Luxury and sustainability: a common future? The match depends on how consumers define luxury *Luxury Research J.*, 1, 3-17. doi:10.1057/bm.2013.19

Knight, P., & Jenkins, J. O. (2009). Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. *Journal of Cleaner Production*, 17(5), 549-558. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.10.002

LeBlanc, R. (2016). *An Introduction to Metal Recycling*. An overview of metal recycling, its importance and recycling processes. Retrieved from <https://www.thebalance.com/an-introduction-to-metal-recycling-4057469>

Lesko, J. (1999). *Industrial Design: Materials and Manufacturing Guide*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Lighting, C. (2017). Quem Somos. Retrieved from [http://www.castrolighting.com/quem\\_somos.php](http://www.castrolighting.com/quem_somos.php)

Ljungberg, L. Y., & Edwards, K. L. (2003). Design, materials selection and marketing of successful products. *Materials & Design*, 24(7), 519-529. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0261-3069\(03\)00094-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-3069(03)00094-3)

Lobach, B. (2001). Design industrial. Bases para a configuração dos produtos industriais. (F. V. Camp, Trans.). São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

Maldonado, M. C., Sales, G. M. J. d., & Albuquerque, F. M. F. d. (2010). Desejos do luxo, Possível Prazer ou Ostentação Ofensiva? Paper presented at the V ENEC - Encontro Nacional de Estudos do Consumo I Encontro Luso-Brasileiro de Estudos do Consumo Rio de Janeiro.

Maldonado, T. (1999). Design industrial. Lisboa: Edições 70.

Maxwell, D., & Vorst, R. v. d. (2003). Developing sustainable products and services. *Journal of Cleaner Production*, 11.

Meadows, D. L., Meadows, D., Randers, J., & III, W. W. B. (1972). The Limits to Growth (D. Meadows Ed.). United States of America: Universe Books.

Metalex, a. J. C. (2014). Expanded Metals For Manufacturing. Retrieved from <http://www.metlx.com/expanded/>

Monden, Y. (2011). Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time (4 ed.). United States of America: Productivity Press.

Morais, W. A. d., & Borges, H. C. (2010). Adequações nas práticas dos novos processos de corte e dobra para otimizar o desempenho de aços planos. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, 7. doi:10.4322/tmm.00701010

OCDE/GD. (1995). Recycling of copper, lead and zinc bearing wastes. *Environment Monographs*(109).

Orozco, S. (2015) An Interview with Lighting Designer Sergio Orozco/Interviewer: L. P.

Team. Lamps Plus.

Perassi, R. L. d. S. (2010). Luxo, poder e consumo. e-Revista LOGO, 1, 7.

Pilloton, E. (2007). TEJO REMY: Reclaiming Design. Retrieved from <http://inhabitat.com/tejo-remy-iconic-dutch-designer/>

Portuguesa, D. P. d. L. (2008-2013). "luxo". Retrieved from <https://www.priberam.pt/dlpo/luxo>

Pozo, E. P. M., & Ledo, E. V. (2011). Caracterización del Latón. Revista Metalúrgica, 1(30), 8.

Remy, T., & Veenhuizen, R. (2017). Milkbottle Lamp. Retrieved from <http://www.remyveenhuizen.nl/work/products/milkbottle-lamp>

Sanchez, L. E. A., Losnak, C., & Perez, F. R. C. (1999). Comportamento da taxa de remoção e acabamento superficial na lapidação plana sob diferentes parâmetros do processo. XV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica.

Santos, L. A. d., Marzall, L. F., & Godoy, L. P. (2015). (Re)aproveitamento de sucata no ramo metal-mecânico frente à sustentabilidade ambiental. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology, 19(2). doi: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117015914>

Schwartz, M. M. (2003). Brazing (Vol. 2). Ohio: ASM International.

Simon, M., Poole, S., Sweatman, A., Evans, S., Bhamra, T., & McAloone, T. (2000). Environmental priorities in strategic product development. Business Strategy and the Environment(9).

Soares, F. (2016). Arames e Metais. In L. Francisco Soares (Ed.). Carnaxide: Francisco Soares, Lda.

Souza, A. J. S. d. (2016). Design como forma de inovação no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e seus conceitos metodológicos. DI Factum, 1(1).



Swift, K. G., & Booker, P. D. (2013). Seleção de Processos de Manufatura (E. E. Ltda. Ed.). Rio de Janeiro: Butterworth-Heinemann

Tudela, F. B., & Aprile, M. R. (1998). Processos Mecânicos de Usinagem (Vol. 3). São Paulo: SENAI-SP.

Voyer, B. G., & Beckham, D. (2014). Can Sustainability Be Luxurious? a Mixed-Method Investigation of Implicit and Explicit Attitudes Towards Sustainable Luxury Consumption Advances in Consumer Research, 42.

Ye, Q., Steigleder, T., Scheibe, A., & Domnick, J. (2002). Numerical simulation of the electrostatic powder coating process with a corona spray gun. Journal of Electrostatics, 54(2), 189-205. doi:[https://doi.org/10.1016/S0304-3886\(01\)00181-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3886(01)00181-4)

Zbiciński, I., Stavanuiter, J., Kozłowska, B., & Coevering, H. P. M. v. d. (2006). Product Design and Life Cycle Assessment. . Uppsala: The Baltic University Press.